

ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Edição Compacta

Esta edição compacta do já clássico *Administração da produção*, de Nigel Slack e sua equipe da Warwick University, traz os aspectos essenciais da área de gestão de operações, incluindo o tratamento equilibrado tanto de operações de manufatura como de operações de serviços.

Trata-se de uma excelente alternativa para quem necessita aprender ou reciclar-se nos aspectos essenciais da área sem, entretanto, aprofundar-se detalhadamente em técnicas específicas. Não se deve, porém, ter a impressão de que esta edição compacta tenha perdido, com isso, rigor e conteúdo. O resultado da compactação foi um livro mais denso e com uma visão mais gerencial que a versão integral.

Mantém a clareza das exposições de temas tratados, a riqueza dos exemplos e casos reais, assim como notável abrangência e atualidade, tanto dos assuntos como da abordagem, que continua estratégica em essência. O texto tem, como poucos, o potencial de captar o interesse do leitor para a administração da produção, essa importante área da administração de negócios.

NOTA SOBRE OS AUTORES

NIGEL SLACK é professor titular de Política e Estratégia de Produção na Warwick University Business School (Inglaterra). STUART CHAMBERS, CHRISTINE HARLAND, ALAN HARRISON e ROBERT JOHNSTON são professores de Administração da Produção da mesma universidade.

APLICAÇÃO

Livro-texto para a disciplina ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO dos cursos de Administração e Engenharia de Produção. Em virtude de sua abrangência, é recomendado também para as disciplinas PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO, ESTRATÉGIA DE MANUFATURA e ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS. Leitura complementar para cursos da área de produção e operações para os cursos de extensão em Administração de Empresas, como as Especializações e os MBAs Executivos.

publicação atlas

www.EditoraAtlas.com.br



Slack
Chambers
Harland
Harrison
Johnston

ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

558.5
S631ac

atlas

ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Edição Compacta



**Nigel Slack
Stuart Chambers
Christine Harland
Alan Harrison
Robert Johnston**



08794390

**editora
atlas**

© 1996 by EDITORA ATLAS S.A.

1. ed. 1999; 10. reimpressão 2006

Traduzido para o português de
Operation management

Copyright © 1995 by Nigel Slack, Stuart Chambers, Christine Harland.

Alan Harrison, Robert Johnston

Esta edição de Slack, Chambers, Harland, Harrison, Johnston:

Operations management é publicada de acordo com a
Pitman Publishing London

658, 5

S634 ac

40

Composição: Formato Serviços de Editoração S/C Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Administração da produção / Nigel Slack ... [et al.]; revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Ganesi. – 1. ed. – 10. reimpr. – São Paulo : Atlas, 2006.

Título original: Operation management

Outros autores: Stuart Chambers, Christine Harland, Alan Harrison, Robert Johnston.

Vários tradutores

ISBN 85-224-2171-4

1. Administração da produção 2. Produção – Planejamento 3. Qualidade total – Administração I. Slack, Nigel. II. Chambers, Stuart III. Harland, Christine IV. Harrison, Alan V. Johnston, Robert. VI. Corrêa, Henrique L., 1960- VII. Ganesi, Irineu G. N., 1960-

96-2016

CDD-658.5

Índice para catálogo sistemático:

1. Qualidade total : Administração da produção 658.5

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos de autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto nº 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

Reg: 447832

10/10/07
e-395248

Impresso no Brasil/Printed in Brazil

SUMÁRIO

Nota sobre os autores, 13

Painel dos revisores técnicos, 15

Apresentação, 16

Prefácio à edição compacta, 18

Agradecimentos, 19

Parte I – Introdução, 23

1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, 25

Administração eficaz da produção, 26

Produção na organização, 29

Modelo de transformação, 31

Inputs para o processo de transformação, 34

Processo de transformação, 36

Outputs do processo de transformação, 37

Hierarquia do sistema de produção, 40

Proteção da produção, 42

Tipos de operações de produção, 44

Dimensão volume, 44

Dimensão variedade, 46

Dimensão variação, 46

Dimensão contato com o consumidor, 47

Atividades da administração da produção, 48

Responsabilidades indiretas dos gerentes de produção, 49

Responsabilidades diretas da administração da produção, 49

Modelo de administração da produção, 51

Resumo, 52

Questões para discussão, 53

Leituras complementares selecionadas, 54

2 PAPEL ESTRATÉGICO E OBJETIVOS DA PRODUÇÃO, 55

Papel da função produção, 56

Cinco objetivos de desempenho, 57

Objetivo qualidade, 59

Objetivo rapidez, 62

Objetivo confiabilidade, 64

Objetivo flexibilidade, 65

Objetivo custo, 68

Resumo, 70

Questões para discussão, 71

Leituras complementares selecionadas, 71

3 ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO, 73
Que é estratégia?, 74
Hierarquia estratégica, 75
Estratégia de produção, 75
Conteúdo e processo da estratégia de produção, 76
Conteúdo da estratégia de produção, 76
Prioridade de objetivos de desempenho, 76
Influência do consumidor nos objetivos de desempenho, 77
Objetivos qualificadores e ganhadores de pedidos, 79
Influência dos concorrentes nos objetivos de desempenho, 79
Influência do ciclo de vida do produto/serviço nos objetivos de desempenho, 80
Áreas de decisão estratégica de operações, 83
Estratégias estruturais e infra-estruturais, 83
A estratégia de produção influencia as atividades da gestão de produção, 83
A estratégia de produção influencia os objetivos de desempenho, 83
Resumo, 84
Questões para discussão, 85
Leituras complementares selecionadas, 85
Parte II – Projeto, 87
4 PROJETO EM GESTÃO DA PRODUÇÃO, 89
Que é projeto?, 90
A atividade de projeto evolui da concepção à especificação, 95
Os quatro aspectos do projeto, 99
Efeito volume-variedade no projeto, 100
Volume e variedade influenciam os objetivos de desempenho, 101
Volume e variedade afetam a atividade de projeto, 103
Tipos de processos em manufatura e serviços, 104
Tipos de processos em manufatura, 105
Tipos de processos em operações de serviços, 107
Matriz produto-processo, 109
Resumo, 109
Questões para discussão, 110
Leituras Complementares Selecionadas, 111
5 PROJETO DE PRODUTOS E SERVIÇOS, 112
Vantagem competitiva do bom projeto, 113
Que é projetado em um produto ou serviço?, 116
Clientes compram “conceitos”, 116
Os conceitos compreendem um pacote de produtos e serviços, 116
Produtos e serviços devem ser criados – o processo, 118
Geração do conceito, 119
Idéias dos consumidores, 119
Idéias das atividades dos concorrentes, 120
Idéias dos funcionários, 120
Idéias da pesquisa e desenvolvimento, 120
Da idéia ao conceito, 122
Exemplo: férias de aventuras, 123
Triagem do conceito, 123
Crivo de marketing, 123
Crivo da função produção, 124
Crivo financeiro, 125
Projeto preliminar, 125
Especificar os componentes do pacote, 125
Definir os processos para criar o pacote, 126

Avaliação e melhoria do projeto, 131
Desdobramento da função qualidade, 131
Engenharia de valor, 132
Métodos de Taguchi, 133
Prototipagem e projeto final, 134
Projeto auxiliado por computador (CAD – Computer-Aided Design), 134
Benefícios do projeto interativo, 135
Desenvolvimento simultâneo, 136
Resolução rápida de conflitos, 139
Estruturas organizacionais por projetos, 140
Resumo, 140
Questões para discussão, 142
Leituras complementares selecionadas, 143
6 PROJETO DA REDE DE OPERAÇÕES PRODUTIVAS, 144
Perspectiva da rede, 145
Por que considerar toda a rede?, 147
Decisões de projeto da rede, 147
Integração vertical, 149
Localização da capacidade, 149
Gestão da capacidade produtiva a longo prazo, 150
Nível ótimo de capacidade, 151
Determinação do momento de alteração da capacidade, 155
Resumo, 157
Questões para discussão, 158
Leituras complementares selecionadas, 159
7 ARRANJO FÍSICO E FLUXO, 160
Procedimento de arranjo físico, 161
Selecione o tipo de processo, 161
Selecione o arranjo físico básico, 162
Selecione o projeto detalhado de arranjo físico, 163
Tipos básicos de arranjo físico, 163
Arranjo físico posicional, 163
Arranjo físico por processo, 164
Arranjo físico celular, 165
Arranjo físico por produto, 166
Arranjos físicos mistos, 167
Volume-variedade e tipo de arranjo físico, 170
Selecionando um tipo de arranjo físico, 171
Resumo, 175
Questões para discussão, 176
Leituras complementares selecionadas, 177
8 TECNOLOGIA DE PROCESSO, 178
Que é tecnologia de processo?, 179
Tecnologia de processo e de produto/serviço, 179
Gerenciamento de operações e tecnologia de processo, 181
Tecnologia de processamento de materiais, informação e consumidores, 182
Tecnologia de processamento de materiais, 183
Máquinas-ferramentas de controle numérico, 183
Robótica, 183
Veículos guiados automaticamente (AGVs – automated guided vehicles), 185
Sistemas flexíveis de manufatura, 185
Comparação de tecnologias de manufatura avançadas, 186
Características de volume e variedade, 187

Tecnologia de processamento de informação, 188

Sistemas de informação gerencial (SIG), 189

Tecnologia de processamento de consumidor, 191

Tecnologia de atividades de retaguarda e linha de frente, 191

Interação tecnologia-pessoal-consumidor, 191

Tecnologia sem nenhuma interação direta com consumidor, 192

Tecnologia com interação passiva com consumidor, 193

Tecnologia com interação ativa com consumidor, 194

Dimensões de tecnologia, 194

Grau de automação da tecnologia, 194

Escala da tecnologia, 195

Grau de integração da tecnologia, 197

Resumo, 197

Questões para discussão, 199

Leituras complementares selecionadas, 200

9 PROJETO DE ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 202

Projeto do trabalho, 203

Elementos do projeto do trabalho, 203

Objetivos do projeto do trabalho, 204

Abordagens práticas para o projeto do trabalho, 205

Divisão de trabalho, 206

Administração científica, 209

Criticas à administração científica, 209

Estudo do método, 213

Ergonomia, 217

Projeto ergonômico do local de trabalho, 218

Projeto ergonômico do ambiente, 218

Abordagens comportamentais do projeto do trabalho, 218

Empowerment, 223

Controle versus comprometimento, 223

Resumo, 224

Questões para discussão, 225

Leituras complementares selecionadas, 225

Parte III – Planejamento e Controle, 227

10 NATUREZA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE, 229

Que é planejamento e controle?, 230

Conciliação de fornecimento e demanda, 230

Diferença entre planejamento e controle, 232

Natureza da demanda e do fornecimento, 233

Demandas dependente e independente, 234

Resposta à demanda, 236

Razão P:D, 237

Tarefa de planejamento e controle, 240

Carregamento, 240

Seqüenciamento, 243

Programação, 244

Programação empurrada e puxada, 247

Efeito volume-variedade no planejamento e controle, 249

Resumo, 250

Questões para discussão, 251

Leituras complementares selecionadas, 252

11 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CAPACIDADE, 253

Que é capacidade?, 254

Restrições de capacidade, 254

Planejamento e controle de capacidade, 255

Capacidade de médio e curto prazo, 255

Demandas e capacidade agregadas, 255

Objetivos do planejamento e controle de capacidade, 256

Medição da demanda e da capacidade, 257

Previsão de flutuações da demanda, 257

Medir a capacidade, 260

Políticas alternativas de capacidade, 263

Política de capacidade constante, 263

Política de acompanhamento da demanda, 264

Gerenciar a demanda, 266

Políticas mistas, 266

Gestão do rendimento, 267

Escolha de uma abordagem de planejamento e controle de capacidade, 268

Representações acumuladas, 268

Resumo, 274

Questões para discussão, 275

Leituras complementares selecionadas, 276

12 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE ESTOQUE, 277

Que é estoque?, 278

Todas as operações mantêm estoques, 278

O valor de estoque, 279

Por que existe estoque?, 279

Tipos de estoque, 281

Posição do estoque, 282

Decisões de estoque, 282

Decisão de volume de ressuprimento – quanto pedir, 284

Custos de estoque, 284

Fórmula do lote econômico de compra, 286

Crítica da abordagem do LEC, 289

Decisão sobre tempo – quando colocar um pedido, 292

Revisões contínuas e periódicas, 295

Sistemas de controle e análise de estoque, 297

Prioridades de estoque – o sistema ABC, 297

Sistemas de informação de estoque, 299

Resumo, 300

Questões para discussão, 302

Leituras complementares selecionadas, 302

13 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA REDE DE SUPRIMENTOS, 304

Que é planejamento e controle da cadeia de suprimentos?, 305

Compras e desenvolvimento de fornecedores, 307

Atividades de compras, 307

Objetivos da função de compras, 308

A decisão de fazer ou comprar, 310

Gestão da distribuição física, 313

Sistemas de estoque de múltiplos estágios, 313

Modo de transporte na distribuição física, 314

Conceitos integrados, 316

Logística, 316

Gestão da cadeia de suprimentos, 317

Resumo, 323

Questões para discussão, 324
Leituras complementares selecionadas, 324

14 MRP, 326

Que é MRP?, 327
Que é necessário para rodar o MRP II?, 328
Gestão da demanda, 329
Carteira de pedidos, 329
Previsão de demanda, 331
Programa-mestre de produção, 331
A lista de materiais, 336
A "forma" da estrutura de produto, 338
Listas de materiais de nível único e escalonadas, 338
Registros de estoque, 340
Cálculo MRP, 341
Processo de cálculo das necessidades líquidas, 341
Manufacturing resource planning (MRP II), 347
Optimized production tecnology (OPT), 349
Princípios do OPT, 350
Resumo, 350
Questões para discussão, 351
Leituras complementares selecionadas, 352

15 PLANEJAMENTO E CONTROLE JUST IN TIME, 354

Que é o *just in time*?, 355
O que o JIT requer, 357
JIT – Uma filosofia e um conjunto de técnicas, 358
Filosofia *just in time*, 360
Filosofia *just in time* e prática japonesa, 360
Filosofia de operações do JIT, 360
Técnicas JIT, 363
Práticas básicas de trabalho, 363
Projeto para a manufatura, 364
Foco na operação, 364
Máquinas simples e pequenas, 365
Arranjo físico e fluxo, 365
Manutenção produtiva total (TPM), 365
Redução de *set-up*, 365
Envolvimento total das pessoas, 366
Visibilidade, 367
Fornecimento JIT, 367
Técnicas do planejamento e controle do JIT, 367
Planejamento e controle *just in time*, 368
Controle *kanban*, 368
Programação nivelada, 369
Modelos mesclados, 371
JIT e MRP, 372
Sistemas diferentes para produtos diferentes, 374
MRP para controle global e JIT para controle interno, 375
Quando utilizar o JIT, o MRP e sistemas combinados, 377
Resumo, 377
Questões para discussão, 378
Leituras complementares selecionadas, 379

16 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PROJETOS, 380

Que é um projeto?, 381
Elementos de um projeto, 382

Gerenciamento de projeto de sucesso, 383

Gerentes de projeto, 383
Processo de planejamento e controle de projeto, 384
Estágio 1 – Compreensão do ambiente do projeto, 386
Estágio 2 – Definição de projeto, 386
Estágio 3 – Planejamento do projeto, 388
Estimar tempos e recursos, 391
Estágio 4 – Controle do projeto, 397
Planejamento de rede, 399
Método do caminho crítico (CPM – critical path method), 401
Técnica PERT de revisão e avaliação de programa (PERT – program evaluation and review technique), 407
Resumo, 407
Questões para discussão, 409
Leituras complementares selecionadas, 409

17 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE, 411

Que é qualidade e por que é tão importante?, 412
Qualidade – a visão da operação, 414
Qualidade – a visão do consumidor, 415
Conciliação das visões de qualidade da operação e do consumidor, 416
Diagnóstico de problemas de qualidade, 418
Responsabilidade organizacional pelo fechamento das lacunas, 419
Conformidade à especificação, 420
Passo 1 – Definir as características de qualidade, 421
Passo 2 – Decidir como medir cada característica, 421
Passo 3 – Estabelecer padrões de qualidade, 424
Passo 4 – Controlar a qualidade contra os padrões, 424
Controle estatístico de processo, 425
Gráficos de controle, 425
Variação na qualidade de processo, 426
Gráficos de controle para atributos, 432
Gráfico de controle para variáveis, 432
Resumo, 435
Questões para discussão, 437
Leituras complementares selecionadas, 438

Parte IV – Melhoria, 441

18 MELHORIA DA PRODUÇÃO, 443

Medida e melhoria do desempenho, 444
Medida de desempenho, 444
Padrões de desempenho, 446
Benchmarking, 447
Prioridade de melhoramento, 450
Julgando a importância para consumidores, 452
Julgando o desempenho em relação aos concorrentes, 454
Matriz importância-desempenho, 455
Abordagens de melhoramentos, 458
Melhoramento revolucionário, 458
Melhoramento contínuo, 460
Diferenças entre melhoramento revolucionário e melhoramento contínuo, 461
Ciclo PDCA (planejar, fazer, checar, agir), 462
Abordagem da reengenharia do processo de negócios, 463
Técnicas de melhoramento, 465
Análise entrada-saída, 465

Fluxogramas, 466	
Diagramas de relacionamento, 466	
Diagramas de causa-efeito, 468	
Diagramas de Pareto, 471	
Análise por que-por que, 472	
Resumo, 473	
Questões para discussão, 474	
Leituras complementares selecionadas, 476	
19 PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS, 477	
Falha do sistema, 478	
Por que as coisas falham, 479	
Falhas como uma oportunidade, 481	
Medição de falhas, 481	
Prevenção e recuperação de falhas, 485	
Detecção e análise de falhas, 485	
Análise de falhas, 485	
Melhorando a confiabilidade das operações, 490	
Dispositivos para identificar falhas, 490	
Manutenção, 491	
Manutenção produtiva total, 494	
Recuperação, 497	
Recuperação em operações de serviços, 497	
Resumo, 498	
Questões para discussão, 499	
Leituras complementares selecionadas, 501	
20 ADMINISTRAÇÃO DA QUALIDADE TOTAL, 502	
Origens de TQM, 503	
Gurus da qualidade, 503	
Que é TQM?, 506	
TQM é extensão do controle de qualidade, 507	
TQM cobre todas as partes da organização, 509	
Qualquer pessoa da organização contribui para a qualidade, 511	
Todos os custos de qualidade são considerados, 511	
Faça as coisas certas logo na primeira vez, 515	
Sistemas de qualidade ISO 9000 e BS5750, 516	
Implementação de programas de melhoria de TQM, 518	
Implementação de TQM, 519	
TQM perde sua eficácia, 522	
Resumo, 523	
Questões para discussão, 524	
Leituras complementares selecionadas, 525	

NOTA SOBRE OS AUTORES

NIGEL SLACK é professor-titular da disciplina Política e Estratégia de Produção na Warwick University. Foi professor de Estratégia de Produção e de Engenharia de Sistemas de Produção na Brunel University, de Estudos de Administração na Oxford University e professor-assistente de Administração da Produção na Templeton College, Oxford.

Inicialmente, trabalhou como aprendiz em indústria de ferramentas manuais e, depois, como engenheiro e gerente de produção, em engenharia de iluminação. É graduado em Engenharia e mestre e doutor em Administração. É também engenheiro certificado. É autor de diversas publicações na área de Administração da produção, incluindo o livro *Vantagem competitiva em manufatura*, publicado pela Atlas (1993), *Making management decisions*, em co-autoria de Steve Cooke, em segunda edição (1991), pela Prentice-Hall, *Service superiority*, em co-autoria de Robert Johnston (1993) e *Cases in operations management*, em co-autoria de Robert Johnston, Alan Harrison, Stuart Chambers e Christine Harland, pela Pitman Publishing (1993). É conferencista em estratégia de manufatura na Europa, Estados Unidos, África do Sul, América Latina e Austrália e presta serviços de consultoria para grandes empresas. Suas pesquisas envolvem as áreas de administração da produção, flexibilidade de manufatura e estratégia de produção.

STUART CHAMBERS é professor da Warwick Business School desde 1988. Iniciou sua carreira como estagiário na Rolls Royce Aerospace. É graduado em Engenharia Mecânica e trabalhou nas áreas de administração geral e de produção em empresas como Tube Investments e Marley Tile Company. Após 30 anos de idade, na busca de mudança de carreira, obteve o mestrado em administração de empresas (MBA) e, depois, trabalhou três anos como pesquisador na envolvente área de estratégia de manufatura. Esse trabalho introduziu-o em 15 empresas diversas, onde trabalhou com executivos, orientando o desenvolvimento de análises, conceitos e soluções práticas exigidas pelos mesmos no desenvolvimento de estratégias de manufatura que melhor atendessem às necessidades de seus mercados. Vários estudos de casos preparados para esse trabalho foram publicados em um livro-texto norte-americano sobre estratégia de manufatura.

Além de professor de vários cursos de administração da produção da Warwick Business School e na indústria, Stuart continua suas pesquisas na área de estratégia de manufatura, com particular interesse em células de produção. Está também desenvolvendo uma pesquisa em administração da qualidade de serviço em empresas de lazer e

de catering. É ainda consultor de vários setores industriais e co-autor de diversos livros de administração da produção.

CHRISTINE HARLAND é professora de Administração da Produção na Warwick Business School desde 1988. É especialista na área de administração de rede de suprimento que inclui compras e administração de suprimento, logística, administração de materiais e planejamento e controle da produção.

Certificada em Compras e Suprimentos, Controle de Produção e de Estoque e graduada em Administração, Christine trabalhou na indústria como compradora, planejadora de produção, gerente de estoque e gerente de materiais em empresas, como Dowty Group e GEC Telecommunications.

Suas atividades de pesquisa e consultoria em Estratégia de Produção e Administração de rede de suprimento são realizadas em vários setores industriais, como automotivo, aeroespacial, eletrônico, têxtil, alimentício, papel, serviços de utilidade pública, e na administração pública.

ALLAN HARRISON é professor-assistente da disciplina Logística Automotiva na Warwick University. Antes de lecionar nessa universidade, trabalhou na Procter & Gamble, BL e GEC – onde foi líder de produção de duas empresas de produtos. Sua área de pesquisa envolve a aplicação de métodos japoneses. Está trabalhando para a Exel Logistics em projetos sobre fluxo de materiais em diferentes ambientes de produção. Escreveu dois livros – *How to make Japanese management methods work in the West*, em co-autoria de Kazuo Murata, e *Just-in-time manufacturing in perspective*, além de numerosos papers e artigos. É conferencista e consultor de várias empresas da Inglaterra e de outros países.

ROBERT JOHNSTON é professor de Administração da Produção na Warwick Business School e especialista em produção de serviços. Antes de ingressar na carreira docente em 1980, exerceu vários cargos gerenciais em diversas organizações de serviços nos setores público e privado. Mantém contato permanente com muitas grandes e pequenas organizações através de atividades de pesquisa, treinamento e consultoria. Suas áreas de pesquisa envolvem mensuração de desempenho, qualidade de serviço e estratégia de produção. É autor e co-autor de seis livros, de artigos, de estudos de casos e de simulações baseadas em computador. É diretor do programa MBA Modular e editor do periódico *International Journal of Service Industry Management*.

PAINEL DOS REVISORES TÉCNICOS

Colin Armistead é professor de Administração da Produção na Bournemouth University e titular da disciplina Melhoria do Desempenho Gerencial. Foi titular da área de administração da produção na Cranfield School of Management. Participou ativamente da criação da European Management Association e desenvolveu um estilo próprio de ensinar Administração da Produção na Inglaterra.

Dra. Ruth Boaden é professora de Administração da Produção, Estratégia de produção e Produção de Serviço na Manchester School of Management. Ocupa cargos em engenharia de desenvolvimento de processo e em planejamento e implementação de manufatura integrada por computador.

Job de Haan é professor de Organização e Administração no Departamento de Administração de Empresas da Tilburg University (Holanda) em cursos de graduação e pós-graduação.

Sven Åke Hörite é professor de Administração de Empresas no Departamento de Administração da Lulea University of Technology (Suécia).

Charles Marais é professor de Administração da Produção e de Compras na University of Pretoria (África do Sul). Foi consultor de administração da Ernst & Young.

Roland van Dierdonck é professor de Administração da Produção e Administração Tecnológica na Vlerick School of Management da University of Ghent (Bélgica) em cursos de graduação e pós-graduação.

Dr. Dirk Pieter van Donk é professor de Administração da Produção e Administração Logística na Faculdade de Administração & Organização da University of Groningen (Holanda), em cursos de graduação e pós-graduação.

Paul Walley é professor de Administração da Produção na Escola de Administração da Loughborough University. Leciona em cursos de graduação e pós-graduação e é diretor-assistente do programa de mestrado (MBA). É também instrutor do programa MBA de ensino à distância da Urwick University.

que este livro contribuirá para a administração da produção ser levada a sério por todos os gerentes de amanhã.

RUPERT GASSER

Vice-presidente executivo da Nestlé S.A.

APRESENTAÇÃO

É sempre um prazer e satisfação apresentar um livro sério e de alta qualidade. Este texto escrito por Nigel Slack e sua equipe sobre *Administração da produção* atende a ambos esses critérios, certamente quando comparado com a realidade da maior empresa de produtos alimentícios do mundo – a Nestlé.

A rede de operações da Nestlé é orquestrada e dirigida em todo o planeta. Seu objetivo final é oferecer produtos ao consumidor no tempo certo, a preço razoável, proporcionando bom valor pelo dinheiro. Não é apenas o tamanho da Nestlé, com operações comerciais em cerca de 500 fábricas espalhadas pelo mundo e com sua diversidade de produtos, que é impressionante, mas também sua taxa de crescimento. Seu faturamento tem duplicado a cada década. Há, em média, seis fábricas ou centros de distribuição em construção a qualquer momento. Suas operações de pesquisa e desenvolvimento fornecem novos produtos e inovação tecnológica; as operações de Marketing, Vendas e Distribuição oferecem produtos de alta qualidade aos consumidores do mundo industrializado, além de aldeias das florestas tropicais da América do Sul e da África. A otimização da eficácia dessas funções, em toda sua complexidade, é responsabilidade de nossos gerentes de produção. Sem dúvida, suas principais responsabilidades são ajudar a manter ou a melhorar nossa vantagem competitiva, aplicar consistente e sistematicamente a experiência e as lições aprendidas diariamente na direção da produção, maximizar o retorno de nossos ativos, ajudar eficazmente na introdução de novas tecnologias, integrar e reduzir os custos das redes de suprimentos. É responsabilidade direta do gerente de produção o envolvimento e a motivação de pessoas, obtendo o melhor potencial dos mesmos. Continuamente, ele tem que lutar contra o desperdício e, o que é mais importante, assegurar a manutenção de nosso consistente alto nível de qualidade. Estamos certos quando situamos a administração da produção como atividade central de qualquer empresa. Todavia, é crucial que todos os gerentes, e aqueles que aspiram a ser gerentes, entendam a importância e a contribuição da administração da produção.

Este livro reflete essa grandeza. Sua ênfase na contribuição central que os gerentes de produção exercem em assegurar a competitividade é exatamente a mensagem que todos os estudantes de administração devem compreender. Também, sua perspectiva internacional mostra como o assunto é relevante para todos os tipos de operações em todas as partes do mundo.

Nigel Slack e sua equipe da Warwick Business School escreveram um texto vigoroso e interessante sobre o que acredito ser um assunto viável. Estou convencido de

PREFÁCIO À EDIÇÃO COMPACTA

Esta edição compacta do já clássico *Administração da produção*, de Nigel Slack e sua equipe da Warwick University, traz os aspectos essenciais da área de gestão de operações, incluindo o tratamento equilibrado tanto de operações de manufatura como de operações de serviços. Trata-se de uma excelente alternativa para aqueles leitores que necessitam aprender ou reciclar-se nos aspectos essenciais da área sem, entretanto, aprofundar-se detalhadamente em técnicas específicas. Não se deve, porém, ter a impressão de que esta edição compacta tenha perdido, com isso, rigor e conteúdo. O resultado da compactação foi um livro mais denso e com uma visão mais gerencial que a versão integral. Se a versão não compactada é um livro-texto excelente para apoio a cursos de Gestão de Produção e Operações em nível de MBA pleno, mestrados plenos em Administração e cursos vários nos currículos das Escolas de engenharia de Produção, a versão compacta parece ter vocação clara para o apoio, como livro-texto, em cursos da área de produção e operações de currículos de Administração de Empresas e nos cursos mais curtos de extensão em Administração de Empresas, como as Especializações, Extensões e os MBAs Executivos, em que o que se pretende é o extrato conceitual e gerencial da área, numa linguagem direta e simples.

A exemplo da versão integral, esta edição compacta mantém a clareza das exposições de temas tratados, a riqueza dos exemplos e casos reais, assim como notável abrangência e atualidade, tanto dos assuntos como da abordagem, que continua estratégica em essência. Trata-se de um texto que tem, como poucos, o potencial de captar o interesse do leitor para a administração de produção, esta importante área da administração de negócios. Esta é uma característica essencial (assim como difícil de encontrar) em livros-textos, principalmente quando usados para cursos de graduação. *Administração da produção*, de Slack et al. é hoje, sem dúvida, o melhor livro-texto disponível em português de Administração de Produção e Operações.

HENRIQUE LUIZ CORRÊA

Escola de Administração de Empresas de
São Paulo da Fundação Getúlio Vargas

AGRADECIMENTOS

Durante a preparação deste livro, os autores exploraram descaradamente seus amigos e colegas, extraíndo informações valiosas para definir os assuntos que deveriam ser tratados no texto. Agradecemos a todos eles, especialmente Harvey Maylor da Cardiff University, Peter Race e Felix Schmid da Brunel University, Mike Sweeney da Cranfield University, Henrique Corrêa da Universidade de São Paulo, Mike Pycraft da Witwatersrand University, Helen Valentine da University of the West of England, Andy Neely da Cambridge University, Ian Sadler da Victoria University, Amrik Sohal da Monash University, Alistair Nicolson da London Business School, Simon Croom-Morgan da Coventry University, Ruth Boaden da University of Manchester Institute of Science and Technology, Colin Armistead da Bournemouth University, Paul Walley da Loughborough, e a todos os colegas que contribuíram para nossos seminários de discussão de casos, especialmente Dr. Nelson Tang da University of Leicester, Tom Kegan da Bell College of Technology (Hamilton), John Meredith Smith da EAP (Oxford), Martin Spring da UMIST, David Evans da Middlesex University, R. Stratton da Nottingham Trent University, Jane McLean da Brighton University, Keith Moreton da Staffordshire University, John Maguire da University of Sunderland, Alex Skedd da Northumbria Business School, Roy Staughton da University of Bath, David Barnes da Thames Valley University, Ian Holden da Briston Business School, Peter Long da Sheffield Hallam University, Catherine Hart da Loughborough Business School, Philippa Collins da Heriot-Watt University.

Nossos agradecimentos especiais ao painel de revisores técnicos que nos proporcionaram valiosa ajuda na revisão dos originais. São a Dra. Ruth Boaden da Manchester School of Management, UMIST, Paul Walley da Loughborough University, Colin Armistead da Bournemouth University, Roland van Dierdonck da DeVlerick School voor Management, Sven Åke Hörte da Lulea University of Technology, Job de Haan da Tilburg University, Dr. Dirk Pieter van Donk da University of Groningen e Charles Marais da University of Pretoria.

Nossos colegas professores da Warwick Business School também ajudaram com comentários. Nossos agradecimentos a Martin Corbett, Bob Galliers, Claire Morris, David Twigg, Hans-Ulrich Mayer, Mike Shulver e, especialmente, Rhian Silvestro cuja ajuda foi valiosa quando discutimos nossas idéias em conjunto.

Muitos alunos e ex-alunos dos cursos de graduação e pós-graduação forneceram comentários úteis e sugestões, e, freqüentemente, contribuíram com exemplos. Agradecemos a Chris Borg, B. K. Lim, Sharon Donnelly, Mimi Lau, O. T. Poon, Annette Sandholm-Pedersen e Phil Johnson. O complemento da estrutura teórica do livro é

decorrente da cortesia de todos os contatos industriais, cujos gerentes gentilmente concordaram em ser entrevistados para a preparação dos perfis pessoais, e das empresas que cooperaram fornecendo exemplos para os estudos de casos. Agradecimentos especiais a Peter Read da British Airways, David Garman da Allied Bakeries, David Nicolas da Unipart Industries e Dick Van Hoepen da Nestlé.

Durante o último ano de preparação do livro, recebemos assistência e fomos estimulados por nossa antiga colega Fiona Rennie (que retornou à gerência de operações da Bolsa de Valores de Londres). Com admirável desprendimento de sua própria conveniência pessoal, viajou a Amsterdã, Polônia, Edinburgo, e a vários outros locais à procura de exemplos interessantes para os estudos de casos. Sua energia e entusiasmo contribuíram mais do que ela imagina para o produto "acabado". Mary Walton é secretária de nosso grupo na Warwick Business School. Seus esforços em manter-nos organizados (ou tão organizados quanto possível) foram sempre apreciados, mas nunca mais do que quando estávamos engajados na preparação deste livro. Também fomos beneficiados por uma equipe muito profissional da Pitman Publishing. Nossa reconhecimento e respeito a essa equipe cresceram no decorrer da preparação do original. Expressamos nossos agradecimentos especiais a Penelope Woolf, Catriona King e Annette McFadyen.

Finalmente, cada palavra deste livro foi digitada por Angela Slack. Ela digitou e redigitou várias versões do original, deu sentido a nossa redação, fez revisão ortográfica, uniformizou o estilo e corrigiu a pontuação. Foi um esforço heróico que ela assumiu sem reclamar. A Angela, nossos agradecimentos.

PLANO DO LIVRO

PARTE I – INTRODUÇÃO		
Capítulo 1 Administração da produção	Capítulo 2 Papel estratégico e objetivos da produção	Capítulo 3 Estratégia de produção

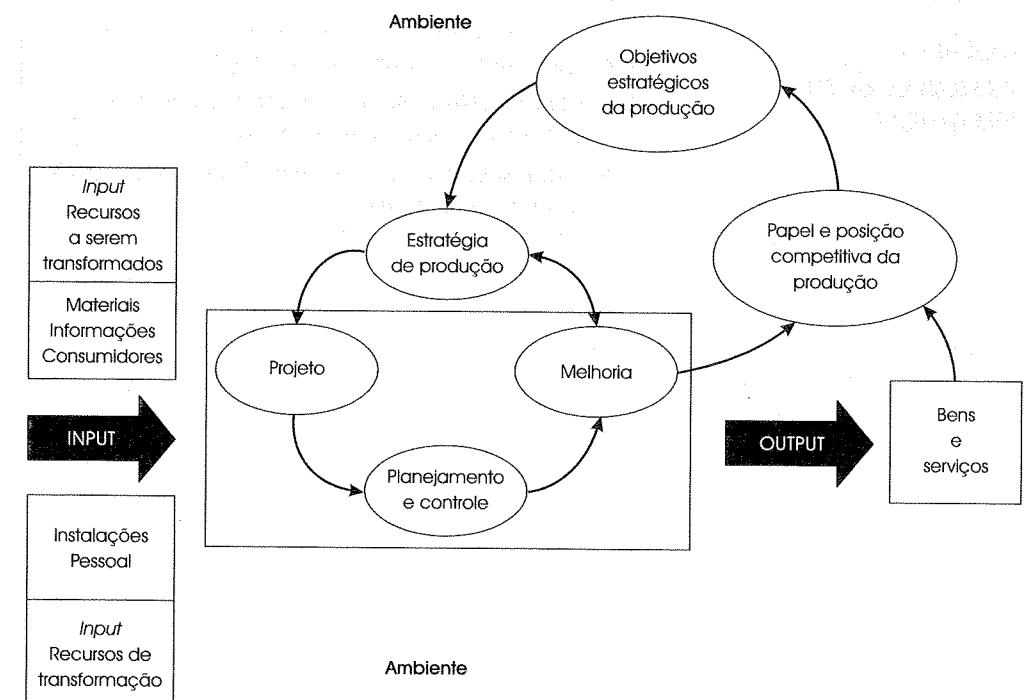
PARTE II – PROJETO		
Capítulo 4 Projeto em gestão de produção	Capítulo 5 Projeto de produtos e serviços	Capítulo 6 Projeto da rede de operações
Capítulo 7 Arranjo físico e fluxo	Capítulo 8 Tecnologia do processo	Capítulo 9 Projeto e organização do trabalho

PARTE III – PLANEJAMENTO E CONTROLE		
Capítulo 10 Natureza do planejamento e controle	Capítulo 11 Planejamento e controle de capacidade produtiva	Capítulo 12 Planejamento e controle de estoque
Capítulo 13 Planejamento e controle da rede de suprimentos	Capítulo 14 MRP	Capítulo 15 Planejamento e controle just in time
Capítulo 16 Planejamento e controle de projeto		Capítulo 17 Planejamento e controle de qualidade

PARTE IV – MELHORIA		
Capítulo 18 Melhoramento da produção	Capítulo 19 Prevenção e recuperação de falhas	Capítulo 20 Administração da qualidade total

Parte I

INTRODUÇÃO



Esta parte do livro introduz a idéia da função produção em diferentes tipos de organizações. Identifica o conjunto comum de objetivos almejados pelos gerentes de produção para atender a seus consumidores e explica como a estratégia de produção influencia as atividades desses gerentes.

QUESTÕES-CHAVES DA PRODUÇÃO

Capítulo 1

ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

- Que é administração da produção e como ela se ajusta dentro de outras áreas funcionais da organização?
- Como as funções operacionais das organizações diferem?
- O que os gerentes de produção fazem?

Capítulo 2

PAPEL ESTRATÉGICO E OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

- Como os gerentes de produção podem ajudar a organização a ser competitiva?
- Quais os “objetivos de desempenho” de uma função de produção?

Capítulo 3

ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO

- Que é uma estratégia de produção?
- Como a estratégia de produção se ajusta à estratégia global de uma empresa?
- Como sabemos que objetivos de desempenho são os mais importantes?

1

ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. Tudo o que você veste, come, senta em cima, usa, lê ou usa na prática de esportes chega a você graças aos gerentes de produção que organizaram sua produção. Todos os livros que você toma emprestado da biblioteca, os tratamentos recebidos no hospital, os serviços esperados das lojas e as aulas na universidade também foram produzidos. Embora nem sempre as pessoas que supervisionaram sua “produção” são chamadas gerentes de produção, isso é o que elas realmente são. São esses os objetivos deste livro: abordar tarefas, problemas e decisões tomadas pelos gerentes de produção que proporcionam os serviços e produtos dos quais todos nós dependemos. Neste capítulo introdutório, examinaremos a natureza global da administração da produção e as atividades dos gerentes de produção. O modelo desenvolvido para explicar o assunto é mostrado na Figura 1.1.

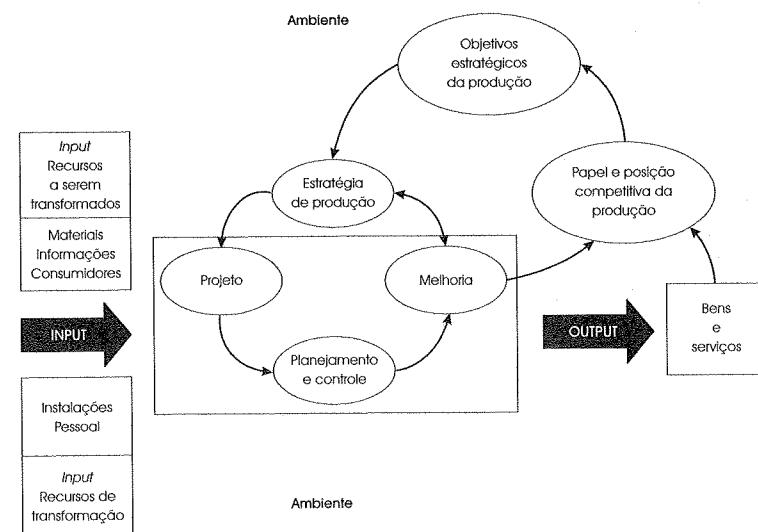


Figura 1.1 *Modelo geral da administração de produção.*

OBJETIVOS

Este capítulo examinará:

- a parte exercida pela administração da produção nas organizações;
- a posição da função produção na estrutura de uma organização;
- como o modelo *input-transformação-output* pode ser usado para descrever todos os tipos de produção, independentemente do que eles produzem;
- os conceitos de macro e microoperações e de cliente interno – relacionamentos com fornecedores;
- os muitos diferentes tipos de operações e como elas podem ser classificadas em quatro dimensões;
- as atividades dos gerentes de produção.

Administração eficaz da produção

A administração da produção é, acima de tudo, um assunto prático que trata de problemas reais. Assim, vamos iniciar o exame do assunto com um exemplo prático de uma organização que é conhecida pela originalidade de sua produção.



A IKEA é um varejo de móveis com uma diferença. Com cerca de 100 lojas gigantes operando em cerca de 15 países, tem desenvolvido sua própria maneira especial de vender móveis que parece impressionar aos consumidores de todas as nacionalidades. Tipicamente, os consumidores da IKEA passam entre uma hora e meia a duas horas na loja – bem mais do que nas lojas de móveis rivais. Uma razão importante para isso é a eficácia da forma como organiza suas lojas. Todas são iguais nos aspectos mais importantes, em todo o mundo. O design e a filosofia das operações de suas lojas reproduzem o negócio original iniciado ao sul da Suécia por Ingvar Kampradt nos anos 50. Naquele tempo, Kampradt foi bem-sucedido na venda de móveis através de catálogo. Em resposta aos pedidos dos consumidores para que tornasse mais fácil a visualização de alguns de seus móveis, construiu um *showroom* em Estocolmo, não no centro da cidade onde o terreno era caro, mas em suas redondezas. Em vez de comprar *displays* caros, ele, simplesmente, organizou os móveis, mais ou menos, na disposição em que se encontrariam nos ambientes domésticos. Também, em vez de transportar os móveis do depósito para o *showroom*, pedia que os consumidores os retirasse diretamente do armazém. Essa abordagem “anti-serviço”, como foi descrita, é a base das lojas IKEA de hoje.

1. HORNHILL, J. Hard sell on the high street. *Financial Times*, May 16, 1992; HOROVITZ, J., JURGENS PANAK, M. *Total customer satisfaction*. Pitman Publishing, 1992; WALLEY, P., HART, K. *IKEA (UK) Ltd*. Loughborough University Business School.

Os móveis IKEA representam “valor pelo dinheiro” com ampla variedade de escolha. Geralmente, são projetados para ser estocados e vendidos “encaixotados”, mas de montagem fácil pelos consumidores. Todas as lojas são projetadas em torno do mesmo conceito de serviço: facilidade de localização, estacionamento, movimentação em seu interior e simplicidade para fazer o pedido e retirar os bens adquiridos.

Na entrada de cada loja, há grandes quadros de avisos que proclamam a filosofia da IKEA e orientam os consumidores ainda não acostumados com a loja. Catálogos estão também disponíveis nesse ponto, mostrando ilustrações, dimensões e variedade de produtos disponíveis. Talvez, mais importante para os compradores com crianças, há também uma área de lazer, um pequeno cinema, uma sala para cuidados com o bebê e banheiros. Os pais podem deixar seus filhos na área de lazer supervisionada por um limitado período de tempo. Cada criança é vestida com um avental amarelo numerado para facilitar a localização dos pais através de um sistema de alto-falantes, caso ocorra qualquer problema. Os consumidores podem também tomar carrinhos emprestados, caso desejem manter seus filhos próximos enquanto estiverem no interior da loja.

Algumas partes do *showroom* mostram quartos montados, enquanto outras exibem, por exemplo, todas as camas reunidas, permitindo que os consumidores façam comparações. Estes não são abordados por qualquer vendedor para oferecer ajuda ou orientação. A filosofia da IKEA é não “atrapalhar” os consumidores dessa maneira, mas deixá-los à vontade e com tempo de pensar. Se um consumidor desejar orientação, há pontos de informações no *showroom* onde funcionários, com uniformes vermelhos vivos, podem ajudá-lo e orientá-lo, fornecendo régua, papel para esquemas e assim por diante. Cada móvel possui uma etiqueta indicando suas dimensões, preço, materiais usados, país de origem e outras cores disponíveis. Há também um código numérico que indica a localização do mesmo no depósito, de onde pode ser retirado. As etiquetas dos itens de grandes dimensões orientam para que os interessados se dirijam ao setor de informações para maiores esclarecimentos. Após visitar o *showroom*, os consumidores passam para uma área de auto-serviço, onde pequenos itens são expostos em prateleiras. Eles podem ser retirados diretamente das prateleiras pelos consumidores e colocados em sacolas amarelas ou carrinhos. Depois, os consumidores passam pelo armazém de auto-serviço onde podem retirar os itens visualizados no *showroom*. Finalmente, pagam nos caixas, construídos com esteiras rolantes que movimentam as compras para os funcionários distribuídos na área de saída. Nessa área, há pontos de informações e serviços e, freqüentemente, uma lanchonete com comida sueca típica. Uma grande área de transporte permite que os consumidores tragam seus carros do estacionamento para carregar as compras. Entretanto, este não é o fim dos serviços da IKEA. Qualquer consumidor que tenha comprado além da capacidade de carga de seu carro pode alugar ou comprar um bagageiro.

A abordagem inovadora da IKEA para seu negócio não está confinada apenas ao layout físico e ao design de suas lojas; ela também estende-se a seu estilo e filosofia gerencial. Todos os funcionários da loja usam aventais vermelhos ou cinzas que identificam os de contato com os consumidores e os administrativos. Eles são muito bem preparados na filosofia IKEA. Por exemplo, nas palavras da empresa:

- *Variedade de produtos – nossa identidade.* Devemos oferecer ampla variedade de itens de móveis domésticos com bom *design* e função a preços baixos para que a maioria das pessoas possa comprá-los. Não devemos comprometer nem funcionalidade nem qualidade técnica.
- *Espírito IKEA – forte e realista.* A IKEA verdadeira é encontrada em nosso entusiasmo, constante disposição à renovação, consciência de custo, disposição para assumir responsabilidade e simplicidade em nosso comportamento.
- *O lucro proporciona-nos recursos.* Forçar-nos a desenvolver produtos de maneira mais econômica, comprar melhor, reduzir custos; esse é o segredo e a razão de nosso sucesso.
- *Alcançar bons resultados por meios simples.* Freqüentemente, as soluções caseras são sinal de mediocridade.
- *A simplicidade é uma virtude.* Regras complicadas paralisam. Planejamento exagerado pode ser fatal. Simplificação é tradição de honra.
- *A maneira diferente.* Ao ousar sermos diferentes, encontramos novas maneiras. “Por quê?” permanece uma expressão-chave importante.
- *Assumir responsabilidade – um privilégio.* Quanto mais responsáveis as pessoas, menos burocracia. O temor de cometer erros é a origem da burocracia e o inimigo da avaliação.

Assim, por que a IKEA está preparada para sobreviver e prosperar? Certamente, ela mantém controle rigoroso de seus custos e, também, conhece seu mercado e como pode atender às necessidades de seus consumidores. Além disso, os produtos que desenha e vende devem ser considerados por seus consumidores como representando notável valor pelo dinheiro. Entretanto, não menos importante, é a maneira que organiza a presta serviços em suas lojas. Essa é a responsabilidade da administração de produção da empresa. Os funcionários da loja, os responsáveis pelas relações com fornecedores, os funcionários que estocam e transportam os bens para as lojas e a equipe que desenha, planeja, controla e, constantemente, melhora a maneira de fazer as coisas, os prédios, os computadores e caixas, os depósitos e o sistema de transporte, todos estão engajados na *administração da produção*. A IKEA obtém sucesso, não em pequena medida, pela eficácia de sua administração da produção que fornece:

- fácil fluxo de consumidores;
- ambiente limpo e bem projetado;
- bens suficientes para satisfazer a demanda;
- funcionários suficientes para atender aos consumidores e repor os estoques;
- qualidade apropriada de serviços;
- fluxo contínuo de idéias para melhorar o desempenho, já impressionante, de suas operações.

Sem isso, a empresa não seria bem-sucedida, não obstante o desenvolvimento de suas atividades de marketing e de finanças.

Agora, é o momento de se estabelecerem algumas definições.

- A função produção na organização representa a reunião de recursos destinados à produção de seus bens e serviços. Qualquer organização possui uma

função produção porque produz algum tipo de bem e/ou serviço. Entretanto, nem todos os tipos de organizações, necessariamente, denominam a função produção por esse nome, como discutiremos posteriormente.

Note que todos usamos termos mais curtos como “produção” ou “operações” e, às vezes, “sistema de produção” intercambiáveis com a “função produção”.

- Gerentes de produção são os funcionários da organização que exercem responsabilidade particular em administrar algum ou todos os recursos envolvidos pela função produção. Novamente, em algumas organizações, o gerente de produção pode receber outra denominação. Por exemplo, ele pode ser chamado “gerente de tráfego” em uma empresa de distribuição, “gerente administrativo” em um hospital ou “gerente de loja” em um supermercado.
- Administração da produção é o termo usado para as atividades, decisões e responsabilidades dos gerentes de produção.

Como vimos no caso IKEA, se a função produção for eficaz, deve usar eficientemente seus recursos e produzir bens e serviços de maneira que satisfaça a seus consumidores. Além disso, ela deve ser criativa, inovadora e vigorosa para introduzir formas novas e melhoradas de produzir bens e serviços. Se a produção puder fazer isso, ela proporcionará à organização os meios de sobrevivência a longo prazo porque dá a ela uma vantagem competitiva sobre seus rivais comerciais. Uma forma de justificar a adoção dessa idéia em uma organização que não visa o lucro é que a produção eficaz fornece os meios para a mesma atender a seus objetivos estratégicos a longo prazo.

Produção na organização

A função produção é central para a organização porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência, mas não é a única nem, necessariamente, a mais importante. Todas as organizações possuem outras funções com suas responsabilidades específicas. Embora essas funções tenham sua parte a executar nas atividades da organização, são (ou devem ser) ligadas com a função produção, por objetivos organizacionais comuns.

Na prática, diferentes organizações adotarão estruturas organizacionais e definirão funções também diferentes. Aqui, para nosso propósito, além da função produção, dividimos a organização em três outras funções principais (em termos dos papéis fundamentais que exercem na organização):

- A função marketing.
- A função contábil-financeira.
- A função desenvolvimento de produto/serviço.

Também destacamos as funções de apoio que suprem e apóiam a função produção:

- A função recursos humanos.
- A função compras.
- A função engenharia/suporte técnico.

A Tabela 1.1 mostra as atividades dessas funções para algumas operações.

Tabela 1.1 Atividades das funções de algumas organizações.

Atividades funcionais típicas	Igreja	Cadeia de fast food	Universidade	Fabricante de móveis
Marketing	Convocação de fiéis Prosletismo	Propaganda em TV Reparação de materiais promocionais	Desenvolvimento de folhetos explicativos Despacho de folhetos pelo correio Preparação de feiras de recrutamento	Propaganda em revistas Determinação de política de preço Venda a lojas
Contabilidade e finanças	Contabilização de contribuições Administração de recursos Pagamento de alugueis Pagamento de contas	Pagamento de fornecedores Recebimento de vendas Pagamento de funcionários	Pagamento de professores e funcionários Monitoramento dos gastos Recebimento de anuidades	Pagamento de funcionários Preparação de orçamentos Administração de caixa
Desenvolvimento de produto/serviço	Busca do significado da existência Interpretação das escrituras sagradas	Desenvolvimento de hambúrgueres, pizzas etc. Design dos restaurantes	Desenvolvimento de novos cursos Desenvolvimento de programas de pesquisa	Design de novos móveis Coordenação com cores da moda
Produção	Celebração de casamentos Cerimônias fúnebres Celebração de missas Salvação de almas	Preparação de hambúrgueres, pizzas etc. Atendimento de consumidores Limpeza de mesas, lavagem de louça etc.	Transmissão de conhecimento Condução de pesquisas Administração de cursos	Fabricação de componentes Montagem de móveis
Recursos humanos	Treinamento de padres, pastores etc. Avaliação do desempenho pastoral	Treinamento de funcionários Preparação de planos salariais	Treinamento de funcionários Administração de contratos Avaliação de desempenho	Recrutamento de funcionários Treinamento de funcionários
Compras	Compra de material de consumo Desenvolvimento de fornecedores de vestimentas	Compra de alimentos Compra de pratos, embalagens, guardanapos etc.	Compra de equipamentos Compra de material de consumo	Compra de matérias-primas, madeira etc. Compra de tecidos de forração
Engenharia/suporte técnico	Mantenção de prédios, templos etc.	Desenvolvimento ou compra de equipamentos, fornos etc. Instalação de equipamentos, fornos etc.	Compra de equipamento Manutenção de equipamentos, instalações	Desenvolvimento ou compra de máquinas para trabalho em madeira Manutenção de máquinas

Fonte: Adaptado de HEIZER, J. H., RENDER, B. *Production and operations management*. 3. ed. Allyn and Bacon, 1988. p. 5.

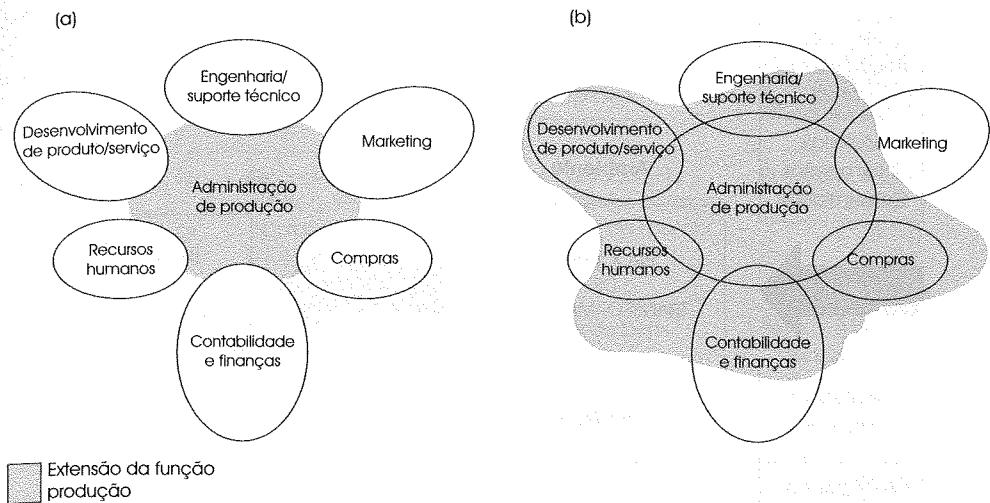


Figura 1.2 Fronteiras da função produção: (a) definição estreita, (b) definição ampla.

Entretanto, é importante destacar que os nomes das funções, as fronteiras e responsabilidades variam entre organizações – complicação que é particularmente verdadeira para a função produção. Isso leva a alguma confusão sobre as fronteiras práticas da função produção. Por exemplo, uma definição organizacional restrita das fronteiras da função produção excluiria todas as atividades compartilhadas com quaisquer outras funções. Definida desta maneira, o pessoal de produção não estaria diretamente envolvido em atividades como desenvolvimento de produtos e serviços, escolha do processo tecnológico, definição da programação de entrega, compra de materiais ou serviços, definição de orçamentos, recrutamento ou treinamento de funcionários etc. Ele aceitaria os recursos que fossem definidos e executaria o que fosse solicitado. Em outro extremo, uma definição mais ampla da produção incluiria todas as atividades que possuíssem qualquer conexão com a produção de bens e serviços – na prática, todas atividades, com exceção das de marketing/vendas e contabilidade/finanças. A Figura 1.2 ilustra a fronteira da função administração da produção decorrente das definições estreita e ampla.

Neste livro, declinamos em direção a uma definição de produção relativamente ampla.

Modelo de transformação

Qualquer operação produz bens ou serviços, ou um misto dos dois, e faz isso por um processo de transformação. Por transformação nos referimos ao uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo para produzir outputs. A Figura 1.3 mostra um modelo de transformação que é usado para descrever a natureza da produção. Em resumo, a produção envolve um conjunto de recursos de input usado para transformar algo ou para ser transformado em outputs de bens e serviços.

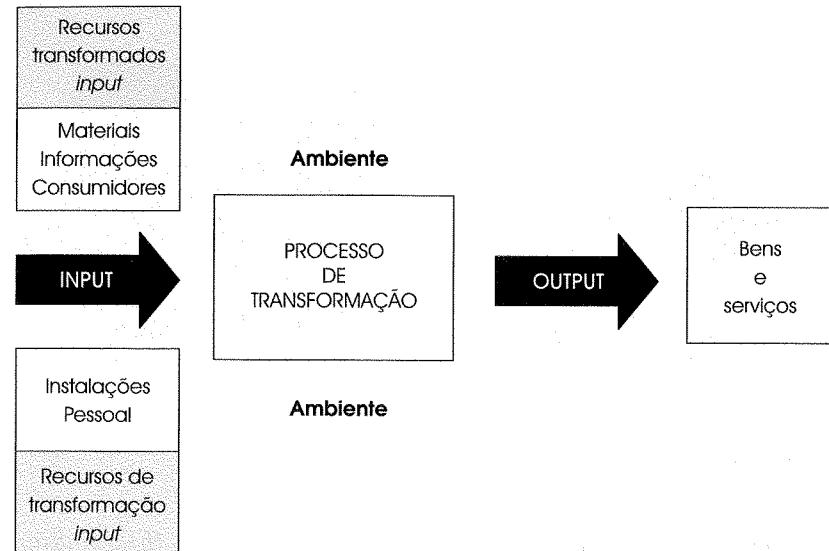


Figura 1.3 Qualquer produção envolve os processos input-transformação-output.

Qualquer atividade de produção pode ser vista conforme esse modelo *input-transformação-output*. Por exemplo, os hospitais possuem *inputs* de médicos, enfermeiras e outros funcionários da área médica, administradores, funcionários de limpeza, camas, equipamento médico, produtos farmacêuticos, sangue, rouparia etc. Seu propósito é transformar pacientes doentes em pacientes saudáveis. Os *outputs* da operação são pacientes tratados, resultados de exames médicos, pesquisa médica e procedimentos médicos práticos. A Tabela 1.2 mostra que é possível descrever uma ampla variedade de operações dessa maneira. Entretanto, há diferenças entre operações diferentes. Se você ficar bem afastado, digamos, do prédio de um hospital ou de uma fábrica de automóveis, eles podem parecer os mesmos. É provável que cada um deles seja um grande edifício onde entram funcionários e ocorrem entregas. Entretanto, basta aproximarmo-nos dessas duas operações para observar o surgimento de diferenças claras. De início, um dos edifícios abriga operações de manufatura, produzindo bens físicos, e o outro envolve operação de serviço que produz mudanças nas condições fisiológicas, nos sentimentos e no comportamento de pacientes. A natureza dos processos contidos em cada edifício também será diferente. A fábrica de automóveis contém corte e conformação de metais e processos de montagem, enquanto o hospital contém diagnóstico, processos assistenciais e terapêuticos – conjuntos separados de instalações (máquinas, prédios etc.) que empregam tecnologias de processos muito diferentes. Entretanto, talvez a diferença mais importante entre as duas operações é a natureza de seus *inputs*. Ambas possuem “funcionários” e “instalações” como *inputs* de produção, mas agem sobre coisas bem diferentes. A fábrica de automóveis usa seus funcionários e instalações para transformar aço, plástico, tecido, pneus e outros materiais em veículos que, finalmente, são entregues aos consumidores. Por outro lado, os funcionários e a tecnologia de um hospital transformam os próprios consumidores. Os pacientes são parte do *input* de produção – são eles que serão “processados”. Isso tem implicações importantes sobre como a produção precisa ser administrada. Posteriormente, esse assunto será explorado neste capítulo. Aqui, o ponto principal é a necessidade de examinar a natureza dos *inputs*, da transformação e dos *outputs* com mais detalhes.

Tabela 1.2 Algumas operações descritas em termos dos processos de input-transformação-output.

Operação	Recursos de input	Processo de transformação	Outputs
Linha aérea	Aeronave Pilotos e equipe de bordo Equipe de terra Passageiros e cargas	Movimentação de passageiros e cargas ao redor do mundo	Passageiros e cargas transportados
Loja de departamentos	Bens à venda Vendedores Caixas registradoras Consumidores	Exibição de bens Orientação de vendedores Venda de bens	Bens ajustados às necessidades dos consumidores
Dentista	Cirurgiões dentistas Equipamento dentário Enfermeiras Pacientes	Exame e tratamento dentário Orientação preventiva	Pacientes com dentes e gengivas saudáveis
Zoológico	Funcionários Animais Ambientes simulados Visitantes	Exibição de animais Educação de visitantes Procriação de animais	Visitantes entretenidos Visitantes informados Espécies não extintas
Gráfica	Gráficos e designers Impressoras Papel, tinta etc.	Design Impressão Encadernação	Materiais impressos
Porto de containers	Navios e cargas Funcionários Equipamento de movimentação de containers	Movimentação de cargas do navio para o descarregamento e vice-versa	Navios carregados ou descarregados
Polícia	Policiais Sistema de computador Informações Público (cidadãos e criminosos)	Prevenção de crimes Solução de crimes Prisão de criminosos	Sociedade protegida Público com sentimento de segurança
Contabilidade	Funcionários Informações Sistema de computador	Escrituração de contas Orientação contábil	Contas e demonstrativos publicados e certificados
Fabricante de alimentos	Alimentos frescos Operadores Equipamento de processamento de alimentos Frigoríficos	Preparação de alimentos Congelamento Alimento congelado	

Inputs para o processo de transformação

Os *inputs* para a produção podem convenientemente ser classificados em:

- *recursos transformados* – aqueles que são tratados, transformados ou convertidos de alguma forma;
- *recursos de transformação* – aqueles que agem sobre os recursos transformados.

RECURSOS TRANSFORMADOS

Geralmente, os recursos transformados que a produção emprega são um composto de:

- materiais;
- informações; e
- consumidores.

Freqüentemente, um deles é dominante em uma operação. Por exemplo, um banco destina parte de sua energia para produzir demonstrativos de contas impressos para seus consumidores. Ao fazer isso, está processando materiais e agindo como uma gráfica, mas ninguém afirmaria que um banco e uma gráfica são o mesmo tipo de operação. O banco também processa consumidores. Dá a eles orientação sobre aplicações financeiras, paga seus cheques, deposita seu dinheiro e tem contato direto com os mesmos. Entretanto, a maioria das atividades do banco ocupa-se, provavelmente, com o processamento de informações sobre assuntos financeiros de interesse de seus consumidores. Como consumidores, podemos ficar insatisfeitos com os demonstrativos mal impressos e mais insatisfeitos ainda se não forem tratados apropriadamente no banco. Entretanto, se ele cometer erros em nossas transações financeiras, sofreremos de forma mais marcante. Isso não quer dizer que o processamento de materiais ou de consumidores não sejam importantes para o banco. Pelo contrário, ele deve ser bom nessas coisas para manter seus consumidores satisfeitos. Ausência de erro, rapidez e eficiente *processamento de informações* são os objetivos centrais do banco.

Finalmente, um hospital processará informações na forma de registros médicos de pacientes, estoque de medicamentos etc. Também devotará alguns de seus recursos para processar materiais, por exemplo, na preparação de alimentos para os pacientes. Entretanto, a principal tarefa de produção de um hospital é processar consumidores de maneira que fiquem satisfeitos, maximizar os cuidados com sua saúde e minimizar seus custos. Predominantemente, trata-se de uma operação de *processamento de consumidores*.

A Tabela 1.3 dá exemplos de operações com seus recursos dominantes transformados.

Tabela 1.3 Materiais transformados dominantes em várias operações.

Predominantemente processadores de materiais	Predominantemente processadores de informações	Predominantemente processadores de consumidores
Todas as operações de manufatura	Contadores	Cabeleireiro
Empresas de mineração e de extração	Matriz de banco	Hotéis
Operações de varejo	Empresa de pesquisa de marketing	Hospital
Armazéns	Analistas financeiros	Transporte de massa rápido
Serviços postais	Serviço de notícias	Teatro
Linha de embarque de containers	Unidade de pesquisa em Universidade	Parque temático
Empresas de transporte rodoviário	Empresa de telecomunicações	Dentista

TRANSFORMAÇÃO DE RECURSOS

Há menos diferenças entre os recursos de transformação em operações. De fato, há dois tipos de recursos de transformação que formam as “pedras fundamentais” de todas as operações:

- *instalações* – prédios, equipamentos, terreno e tecnologia do processo de produção;
- *funcionários* – aqueles que operam, mantêm, planejam e administram a produção. (Note que usamos o termo *funcionários* para descrever todas as pessoas envolvidas na produção, em todos os níveis.)

Sem dúvida, a natureza específica das instalações e dos funcionários serão diferentes entre as operações. Para um hotel internacional de cinco estrelas, suas instalações consistem principalmente em prédios, móveis e acomodações. Para um ônibus espacial movido a energia nuclear, suas instalações são o gerador nuclear, turbinas, equipamento eletrônico sofisticado de detecção e assim por diante. Uma operação possui instalações de “tecnologia relativamente baixa” e outra instalações de “alta tecnologia”, aparentemente muito diferente uma da outra, mas ambas importantes para a operação envolvida. Um hotel cinco estrelas seria tão ineficaz com móveis desgastados e quebrados quanto um ônibus espacial com equipamentos eletrônicos inoperantes.

A natureza dos funcionários também diferirá entre operações. A maioria dos funcionários de uma fábrica de montagem de refrigeradores domésticos não necessita de alto nível de experiência técnica. Em contraste, a maioria dos funcionários empregados em um escritório de auditoria, provavelmente, é altamente experiente em sua atividade “técnica” (auditoria). A Tabela 1.4 mostra os recursos de transformação encontrados em algumas operações.

Tabela 1.4 Instalações e funcionários – recursos de transformação – de três operações.

	Empresa de navegação	Fábrica de papel	Estação de rádio
Tipos de instalações	Navios Equipamento de navegação a bordo Docas Equipamento de movimentação de materiais Prédios no cais Sistemas de reservas computadorizados Armazéns	Tanques para preparação da massa Máquinas de fabricar papel Bobinadeiras Máquinas de corte Máquinas de embalagem Caldeiras para geração de vapor Armazéns	Equipamento de radiodifusão Estúdios e equipamentos de estúdio Transmissores Veículos externos de radiodifusão
Tipos de funcionários	Marinheiros Engenheiros Pessoal de cozinha Assistentes de navegação a bordo Pessoal de limpeza Pessoal de manutenção Pessoal de venda de passagens	Operadores químicos e engenheiros químicos Engenheiros industriais	Disc jockeys Locutores Técnicos

Processo de transformação

O propósito do processo de transformação das operações está diretamente relacionado com a natureza de seus recursos de *input* transformados.

PROCESSAMENTO DE MATERIAIS

As operações que processam materiais podem também transformar suas *propriedades físicas* (como forma, composição ou características). Isso ocorre com a maioria das operações de manufatura. Outras operações que processam materiais também mudam sua *localização* (empresas de entrega de encomendas, por exemplo). Algumas, como operações de varejo, também mudam a posse ou a propriedade dos materiais. Finalmente, algumas operações de processamento de materiais, principalmente, os *estocam* ou os *acomodam*, como um armazém.

PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES

As operações que processam informações podem transformar suas *propriedades informativas* (isto é, a forma da informação); os contadores fazem isso. Algumas mudam a posse da informação, por exemplo, as empresas de pesquisa de mercado. Algumas *estocam* ou *acomodam* a informação, como por exemplo, os arquivos e bibliotecas. Finalmente, algumas operações mudam a *localização* da informação, como as empresas de telecomunicações.

PROCESSAMENTO DE CONSUMIDORES

As operações que processam consumidores podem também transformá-los de várias maneiras. Algumas mudam suas *propriedades físicas* de maneira similar aos processadores de materiais. Por exemplo, os cabeleireiros e cirurgiões plásticos. Algumas operações de processamento de consumidores *estocam*, ou mais apropriadamente, os *acomodam*: por exemplo, os hotéis. As linhas aéreas, sistemas de transporte rápido e as empresas de ônibus transformam a *localização* de seus consumidores. Algumas operações lidam com a transformação do *estado fisiológico* de seus consumidores, como os hospitais. Finalmente, algumas operações de processamento de consumidores ocupam-se da transformação do *estado psicológico* de seus consumidores, como, por exemplo, a maioria dos serviços de entretenimento: música, teatro, televisão, rádio e os parques temáticos. A Tabela 1.5 resume esses vários tipos de processos de transformação.

Outputs do processo de transformação

Os *outputs* e o propósito do processo de transformação são bens e serviços, geralmente vistos como diferentes.

TANGIBILIDADE

Em geral, os bens são *tangíveis*. Por exemplo, você pode tocar fisicamente um aparelho de televisão ou um jornal. Geralmente, os serviços são *intangíveis*. Você não pode tocar a orientação de consultoria ou um corte de cabelo (embora pode, freqüentemente, ver ou sentir os resultados desses serviços).

ESTOCABILIDADE

Parcialmente, em função de sua tangibilidade, os bens podem ser *estocados*, pelo menos por algum tempo após sua produção. Por outro lado, os serviços são, geralmente, *não estocáveis*: por exemplo, o serviço de “acomodação” noturna de um quarto de hotel não será prestado se não for vendido antes da noite – a acomodação no mesmo quarto na manhã seguinte é um *output* diferente do serviço.

TRANSPORTABILIDADE

Outra consequência da tangibilidade é a habilidade para *transportar* bens. Automóveis, máquinas-ferramentas e câmeras de vídeo podem ser movidos. Entretanto, se os serviços forem intangíveis, são *intransportáveis*. Por exemplo, serviços de saúde não podem ser exportados (embora os meios de produzi-los possam).

SIMULTANEIDADE

A outra principal distinção entre bens e serviços diz respeito ao *timing* de sua produção. Os bens são quase sempre *produzidos* antes do consumidor receber-los (ou mesmo os ver). Por exemplo, o CD que você acabou de comprar foi produzido bem

Tabela 1.5 Diferentes tipos de processos de transformação.

	Propriedades físicas	Propriedades informativas	Posse	Localização	Estocagem/acomodação	Estado fisiológico	Estado psicológico
Processadores de materiais	Todas as operações de manufatura Mineração e extração	Operações de varejo	Serviços postais Distribuição de cargas Operações portuárias	Armazéns			
Processadores de informações		Matriz de banco Contadores Arquitetos	Analistas financeiros Empresas de pesquisa de mercado Universidades Consultores Serviços de notícias	Empresas de telecomunicações	Bibliotecas Arquivos		
Processadores de consumidores		Cabeleireiros Cirurgiões plásticos		Transporte público Táxis	Hoteis	Hospitais Outras assistências de saúde	Educação Psicólogos Teatros Parques temáticos

antes. Entretanto, os serviços são freqüentemente produzidos simultaneamente com seu consumo. O serviço fornecido na venda do CD ocorreu ao mesmo tempo da compra e foi “consumido” naquela ocasião.

CONTATO COM O CONSUMIDOR

A implicação disso é que os consumidores têm *baixo nível de contato* com as operações que produzem os bens. Embora você, provavelmente, tenha comprado e consumido pão na maior parte de sua vida, possivelmente nunca viu a área em que se preparam os produtos de uma padaria. No caso dos serviços, por serem produzidos e consumidos simultaneamente, deve haver *alto nível de contato* entre o consumidor e a operação.

QUALIDADE

Finalmente, em razão de os consumidores não verem, em geral, a produção dos bens, julgarão a qualidade da operação com base nos próprios bens. A qualidade dos mesmos é razoavelmente *evidente*. Por exemplo, mesmo se discordarmos sobre a qualidade de um novo microcomputador, poderemos medir sua capacidade e testar sua confiabilidade de maneira razoavelmente objetiva. Entretanto, nos serviços, o consumidor, que provavelmente participa da operação, não julga apenas seu resultado, mas também os aspectos de sua produção. Por exemplo, na compra de um novo par de sapatos você pode ficar totalmente satisfeito por ele estar estocado e ser-lhe prontamente vendido. Entretanto, se o vendedor for des cortês, ríspido ou não confiável, você não consideraria o serviço como de alta qualidade. Por outro lado, outros consumidores podem ser menos sensíveis do que você ao consumir e julgar o serviço. Então, como a produção julga sua qualidade de serviço? (O Capítulo 17 trata desse ponto.)

Algumas operações produzem apenas bens e outras apenas serviços, mas a maioria produz um composto dos dois. A Figura 1.4 mostra várias operações posicionadas em um *spectrum* que vai de fabricantes de bens “puros” a fabricantes de serviços “puros”. As empresas de extração de petróleo estão preocupadas quase exclusivamente com o produto retirado de seus poços. Outros produtores de bens do tipo *commodity*, como fundidos de alumínio, estão também bastante preocupados com a fabricação dos produtos. Entretanto, podem também produzir alguns serviços como assistência técnica quanto ao uso de seus produtos. Os serviços produzidos nessas circunstâncias são chamados *serviços facilitadores*. Existem apenas para facilitar a venda dos produtos a que dão sustentação. Os fabricantes de máquinas-ferramentas têm característica similar por produzirem, principalmente, bens. Em maior extensão, também produzem serviços facilitadores, como assistência técnica, aplicações de engenharia, instalação, manutenção e treinamento. Entretanto, os serviços produzidos por um restaurante são mais do que “facilitadores”. São parte essencial do que o consumidor está pagando. O restaurante é tanto uma operação de produção que produz produtos alimentícios, quanto um fornecedor de serviços, como sugestões, ambiente e atividades relacionadas a servir a comida.

Finalmente, alguns serviços puros não produzem qualquer tipo de produto. Por exemplo, uma clínica de psicoterapia fornece tratamento terapêutico a seus consumidores sem quaisquer bens facilitadores.

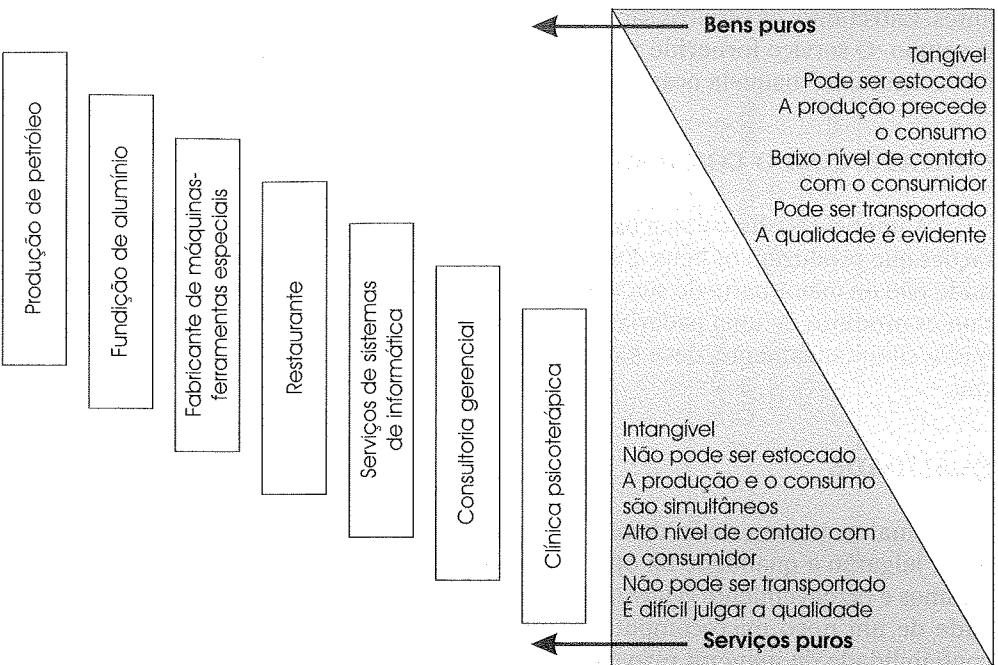


Figura 1.4 O output da maioria dos tipos de operações é um composto de bens e serviços.

Hierarquia do sistema de produção

O modelo *input-transformação-output* pode também ser usado dentro da produção. Note que a maioria das áreas de produção é constituída de várias unidades ou departamentos que, por sua vez, funcionam como versões reduzidas da operação global de que fazem parte.

Por exemplo, a função produção de uma grande rede de televisão possui *inputs* de artistas, apresentadores e pessoal técnico, câmeras, equipamentos de gravação e transmissão, notícias, ensaios, videotape etc. Transforma isso em programas acabados que veicula na rede. Entretanto, nessa operação global, há muitas operações menores como, por exemplo:

- oficinas que produzem o cenário e as instalações para as produções;
- departamentos de rouparia que costura as roupas para as produções correntes e as estoca para as próximas produções;
- pesquisadores que testam idéias de programas com audiências potenciais e dão informações e orientação aos produtores;
- departamento de manutenção que cuida e conserta os equipamentos de programação e de transmissão;
- unidades externas que transportam instalações de transmissão a locais fora das estações principais.

A operação global de uma rede de televisão pode ser denominada *macrooperação*, enquanto seus departamentos podem ser denominados *microoperações* (veja a Fi-

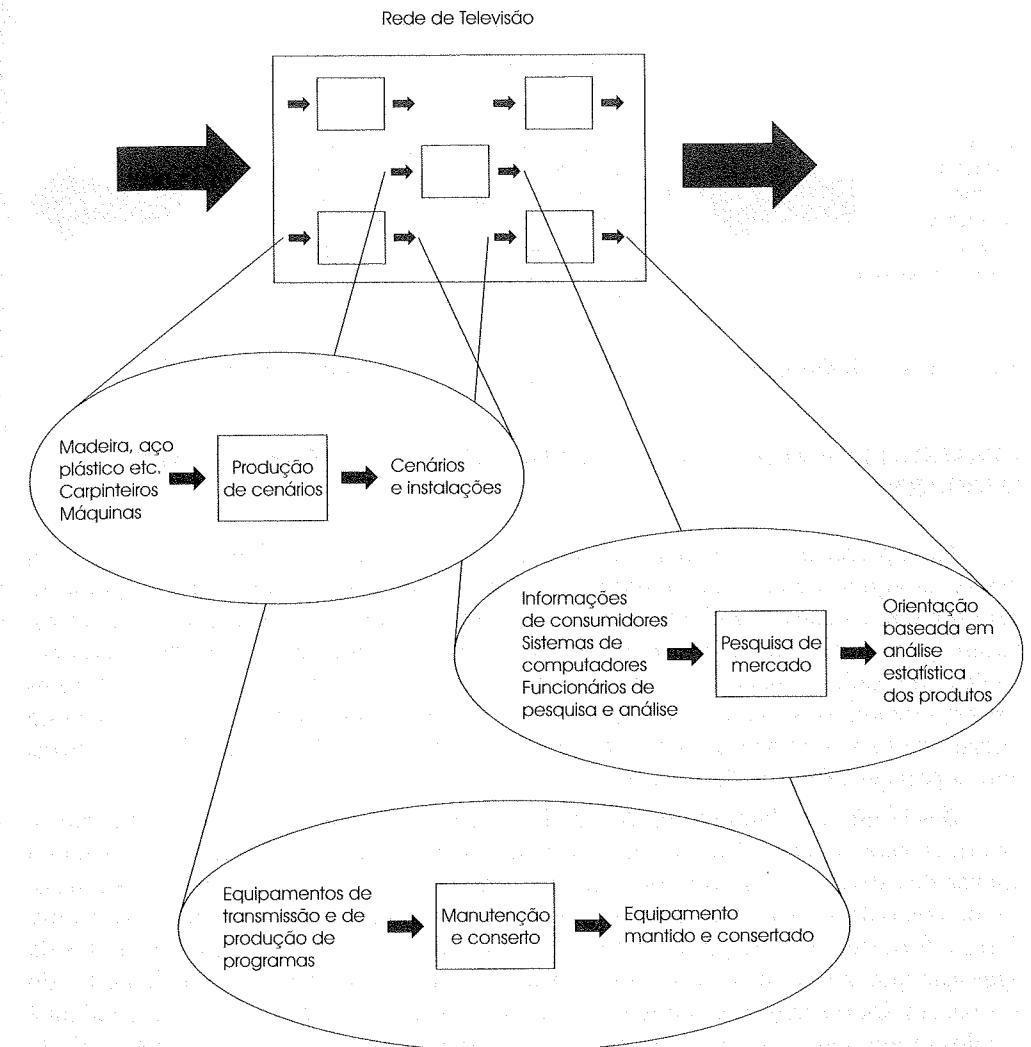


Figura 1.5 Todas as macrooperações são formadas de muitas microoperações.

gura 1.5). Essas microoperações têm *inputs*, alguns dos quais procedentes de macrooperações externas, mas muitas delas decorrentes de outras microoperações internas. Este conceito de macro e microoperações pode ser ampliado. Dentro de cada microoperação pode haver seções ou grupos que podem ser considerados operações. Essas seções ou grupos podem também receber parte de seus *inputs* e fornecer parte de seus *outputs* a outras seções ou grupos dentro de sua própria microoperação e fora dela. Dessa maneira, qualquer função produção pode ser considerada como uma *hierarquia de operações* – talvez estendendo-se ainda mais até o participante individual receber *inputs*, conduzindo um processo de transformação e produzindo *outputs*. Esse conceito de hierarquia de operações tem duas implicações particularmente importantes. Uma diz respeito à ligação das microoperações para formar os relacionamentos dos consumidores e dos fornecedores internos. A outra preocupa-se com a forma de vermos todas as partes da organização como operações que requerem administração de produção.

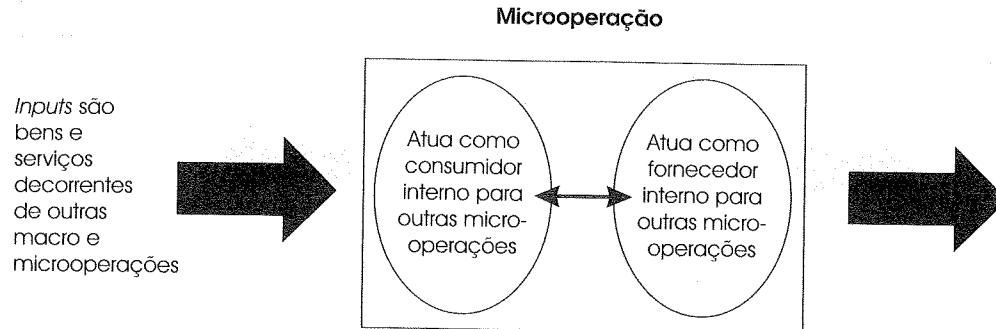


Figura 1.6 Todas as macro e microoperações são consumidores e fornecedores.

RELACIONAMENTOS ENTRE CONSUMIDORES E FORNECEDORES INTERNOS

As expressões *consumidor interno* e *fornecedor interno* podem ser usadas para descrever aqueles que recebem *outputs* e fornecem *inputs* a qualquer microoperação. Sem dúvida, esses consumidores e fornecedores internos são outras microoperações. Assim, podemos modelar qualquer função produção como uma rede de microoperações que estão engajadas em transformar materiais, informações ou consumidores (isto é, funcionários), cada microoperação sendo, ao mesmo tempo, uma fornecedora interna de bens e serviços e uma consumidora interna dos bens e serviços de outras microoperações (veja a Figura 1.6).

Desde que nos lembremos de que há diferenças entre consumidores internos e externos, este conceito é muito útil. Primeiro, fornece-nos um modelo que permite a análise das atividades internas de uma operação. Se a macrooperação não está funcionando como deve, podemos rastrear o problema ao longo da rede interna de consumidores e fornecedores. Segundo, o conceito é um lembrete útil para todas as partes da operação que, ao tratar seus clientes internos com o mesmo grau de cuidado dedicado aos consumidores externos, pode melhorar a eficácia da operação global. Essa idéia é um dos fundamentos da administração da qualidade total, que trataremos no Capítulo 20.

Proteção da produção

O ambiente turbulento em que a maioria das organizações faz negócios significa que a função produção está tendo que se ajustar continuamente às circunstâncias mutantes. A produção é vulnerável às incertezas “ambientais” em termos de oferta e demanda. Uma operação de processamento de alimento pode não ter condições de prever exatamente quando alguns alimentos serão colhidos. Em casos extremos, o mau tempo pode interromper totalmente o fornecimento a uma fábrica por semanas. A demanda também pode estar sujeita à interrupções. Mudanças imprevistas na temperatura, uma situação de “pânico de saúde” divulgada pela imprensa etc. podem introduzir turbulência. Uma forma de os gerentes de produção tentarem minimizar proble-

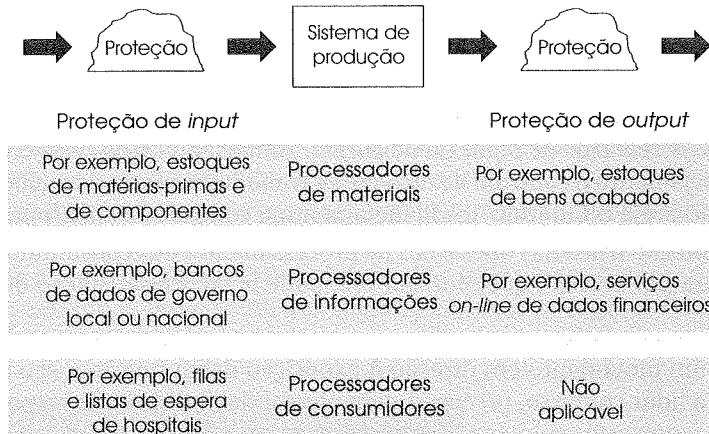


Figura 1.7 A proteção física pode ser usada para isolar a produção de incertezas ambientais.

mas “ambientais” é proteger a produção de alguma forma. Isso significa isolar a função produção do ambiente externo. Isso pode ser feito de duas maneiras:²

- *proteção física* – manter estoque de recursos, seja *input* para o processo de transformação ou *output*;
- *proteção organizacional* – alocar as responsabilidades das várias funções da organização, de modo que a função produção seja protegida do ambiente externo pelas mesmas.

DESVANTAGENS DE SE PROTEGER A PRODUÇÃO

O conceito amplo de proteção da produção não pode ficar isento de críticas, especialmente em anos recentes e, parcialmente, devido a influência da prática de produção japonesa.³

Várias objeções podem ser feitas a essa proteção:

- O período de tempo de comunicação entre a função protetora e a função produção torna as mudanças difíceis. Quando a função protetora reage, a produção “já se moveu para o problema seguinte”.
- A produção nunca desenvolve entendimento sobre o ambiente (por exemplo, mercados de trabalho e tecnológico) que ajudariam a explorar novos desenvolvimentos.

-
2. Vários autores têm comentado sobre como a função produção pode ser protegida do ambiente. Por exemplo, THOMPSON, J. D. *Organizations in action*. McGraw-Hill, 1967, originalmente, faz comentários sobre a proteção da organização, enquanto WILD, R. *Concepts for operations management*. John Wiley, 1977, estendeu as idéias para a proteção física.
 3. Um dos defensores mais proeminentes de como uma organização pode ser mais reativa à influência ambiental é Richard Schonberger. Por exemplo, veja *Building a chain of customers*. Hutchinson Business Books, 1990.

- A produção nunca é exigida para assumir responsabilidade sobre suas ações. Há sempre outra função para se atribuir culpa, além do surgimento de conflitos entre funções.
- Freqüentemente, a proteção física envolve a manutenção de grandes estoques de recursos de *input* ou de *output*. Ambos são caros (veja o Capítulo 12, Planejamento e controle de estoque) e trabalham contra as melhorias da produção (veja o Capítulo 15, Planejamento e controle *Just in Time*).
- A proteção física nas operações de processamento dos consumidores significa espera por serviço, que, por sua vez, pode levar à insatisfação dos mesmos.

Por todas essas razões, tem havido, em geral e na maioria dos tipos de operações de produção, um movimento em direção à exposição dessa função a seu ambiente. A produção, para lidar com isso, precisa desenvolver a flexibilidade de resposta necessária e entender o que está realmente ocorrendo com seus consumidores e fornecedores.

Tipos de operações de produção

Já notamos que as operações são similares entre si na forma de transformar recursos de *input* em *output* de bens e serviços. Agora, examinaremos algumas das diferenças entre as operações. O que é mais importante, identificaremos as implicações dessas diferenças.

Há quatro medidas particularmente importantes que podem ser usadas para distinguir diferentes operações:

- *volume de output*;
- *variedade de output*;
- *variação da demanda do output*;
- *grau de contato com o consumidor* envolvido na produção do *output*.

Dimensão volume

Tomemos um exemplo familiar: a produção e a venda de hambúrguer. O melhor exemplo de produção de hambúrguer em grande volume é o da cadeia McDonald's que serve, aproximadamente, 23 milhões deles diariamente, em todo o mundo! Isso é grande volume, mesmo quando dividido por suas 13.000 filiais. Esse volume de produção da McDonald's tem implicações importantes na maneira como produção está organizada. Olhe atrás do balcão de uma lanchonete e a primeira coisa que você percebe é o *grau de repetição* das tarefas que as pessoas estão fazendo. Em função dessa repetição, freqüentemente, faz sentido a *especialização* de tarefas: uma pessoa designada para fritar os hambúrgueres, outra para montar os sanduíches, outra para servir e assim por diante. Quando as tarefas são divididas dessa maneira, também é possível a *sistematização* do trabalho. De fato, as grandes cadeias de lanchonetes adotam procedimentos padronizados, definidos em um manual, com instruções sobre como cada parte do trabalho deve ser realizada. A sistematização pode também levar a maior *intensidade de capital* na operação, por exemplo, o desenvolvimento de fogões e fornos especializados. Entretanto, a implicação mais importante do grande volume é a obtenção de *custos unitários baixos*; os custos fixos de produção, como ar-condicionado e aluguel, são diluídos em grande número de produtos ou serviços.

Compare um pequeno restaurante, servindo alguns pratos variados, com uma cadeia multinacional de hambúrgueres. É provável que a variedade de itens do cardápio seja similar para ambas as operações, mas o volume de venda do restaurante será bem menor. Aqui, o grau de repetição será muito baixo em função do pequeno volume. Além disso, o número de funcionários será menor (possivelmente, apenas uma pessoa) e, assim, o volume total do trabalho de preparar e servir o alimento, que cada funcionário realiza, será maior. Isso pode ser mais gratificante para o funcionário, mas é prejudicial à sistematização. O menor número de hambúrgueres servido pode inviabilizar o investimento em equipamento especializado. Por todas essas razões, o custo de cada hambúrguer servido é, provavelmente, maior (mesmo se o preço for comparável).

O HENRY FORD DA OFTALMOLOGIA⁴

A produção de alto volume pode ser encontrada em algumas situações surpreendentes – até em cirurgia. Nem todas as cirurgias atendem às prescrições do “artesão” superindividual, auxiliado por sua equipe, desempenhando a operação total, desde a primeira incisão à sutura final. De fato, muitos procedimentos cirúrgicos são pouco rotineiros. Entretanto, pode haver alguns exemplos de cirurgias bastante rotineiras, como nas clínicas russas de cirurgia ocular Svyatoslav Fyodorov.

Fyodorov tem sido chamado o “Henry Ford da Oftalmologia” e seus métodos são, de fato, mais parecidos com a linha de montagem de automóveis do que com as salas de operações convencionais. Ele especializou-se em um procedimento cirúrgico revolucionário para tratar a miopia denominado caratotomia radial. No tratamento, a curvatura da córnea é cirurgicamente corrigida – procedimento ainda controvertido entre alguns profissionais, mas de muito sucesso, segundo Fyodorov. De sua sede em Moscou, ele controla nove clínicas em toda a Rússia.

A origem de sua fama não é apenas o tratamento; outros cirurgiões oculares do mundo desempenham procedimentos similares. É a maneira que organiza o trabalho de cirurgia. Oito pacientes são posicionados em um círculo móvel, organizados como raios de uma roda em torno de seu eixo central, apenas com os olhos descobertos. Seis cirurgiões, cada um com sua própria “estação” de trabalho, são posicionados em torno do círculo, de modo que possam acessar os olhos dos pacientes. Após determinado cirurgião executar sua parte da operação, o paciente é movimentado para a fase seguinte, em sentido circular. Os cirurgiões examinam os pacientes para checar se a etapa anterior da operação foi realizada corretamente, antes de iniciarem suas próprias tarefas. Cada atividade da cirurgia é monitorada em telas de TV e os cirurgiões comunicam-se através de microfones-miniaturas e fones de ouvido.

O resultado dessa abordagem de produção em massa para o processo cirúrgico de Fyodorov não é apenas o custo unitário mais baixo (ele e sua equipe são pagos por paciente tratado, de modo que todos são excepcionalmente ricos), mas também a taxa de sucesso superior à obtida pela cirurgia convencional.

4. PEAN, P. How to get rich on perestroika. *Fortune*, 8 May, 1989. p. 95-96 e VISION FACTORY. *National Geographic*, Nov. 1993.

Dimensão variedade

Uma empresa de táxi oferece uma alta variedade de serviços. Pode restringir-se ao transporte de pessoas e bagagens, estando preparada para buscar-lhe de qualquer lugar e levar-lhe a outro. Pode ainda (a determinado preço) fazer o roteiro que você escolher. Para fazer isso, ela deve ser relativamente *flexível*. Deve ter certeza de que seus motoristas possuem conhecimento da área e que a comunicação entre sua base e os táxis é eficaz. A tarefa de se manter a par das exigências de todos os seus consumidores e da situação de sua frota pode ser complexa em função da variedade de pontos de embarque e desembarque e das rotas solicitadas a qualquer momento. Entretanto, a variedade do serviço oferecido permite atender bem às necessidades de seus consumidores. Flexibilidade, contudo, tem seu preço. O custo por quilômetro rodado será mais alto para um táxi do que para uma forma de transporte menos de acordo com as necessidades do consumidor, como um serviço de ônibus.

Há similaridades entre o serviço de ônibus e o de táxi. Todavia, em alguns aspectos, suas operações são muito diferentes. Isso é devido à diferença da variedade de serviços que oferecem. Enquanto o serviço de táxi possui, teoricamente, um número infinito de rotas para oferecer a seus consumidores, o serviço de ônibus possui algumas rotas bem definidas. Os ônibus percorrem essas rotas conforme alguma programação, divulgada com bastante antecedência e aceita de maneira rotineira. Se todos seguirem a programação, pouca flexibilidade é exigida pela operação. Tudo é *padronizado* e *regular*. A falta de mudança e de interrupção da operação diária resulta em custos relativamente baixos, comparados ao uso do táxi para o mesmo percurso.

Dimensão variação

Consideremos o padrão de demanda de um hotel *resort* bem-sucedido nas férias de verão. Não constitui surpresa o fato de muitos consumidores desejarem o hotel mais na época do verão do que na de inverno. Possivelmente, o hotel poderia, no pico da estação, desejar acomodar o dobro de hóspedes além da capacidade, se tivesse espaço disponível. Entretanto, se a demanda fora de estação for apenas uma pequena fração de sua capacidade, poderá até considerar o fechamento em períodos de demanda muito fraca. A implicação de tal variação nos níveis de demanda é que a operação *deve*, de alguma forma, *mudar sua capacidade*. Por exemplo, o hotel poderia contratar funcionários-extras apenas no período de verão. Há outras opções que uma operação pode adotar para minimizar a extensão em que tem que mudar sua capacidade; por exemplo, se suas operações forem estocáveis (como na fabricação), pode armazená-las em antecipação à demanda futura. Todavia, algum tipo de *flexibilidade* em seu nível de produção ou alguma quantidade de bens em estoque será necessário. Mas, ao flexibilizar suas atividades, o hotel deve tentar prever o nível da provável demanda que receberá. Se prever errado e ajustar sua capacidade abaixo do nível atual de demanda, perderá negócios. Todos esses fatores têm o efeito de aumentar os custos do hotel.

Por outro lado, um hotel próximo a uma importante rede rodoviária e a uma atração turística pode ser procurado por viajantes a negócios durante a semana e por turistas nos fins-de-semana e períodos de férias. Assim, sua demanda estará relativamente nivelada. Sob essas circunstâncias, o hotel pode planejar suas atividades com antecedência. Assim, funcionários podem ser previstos, alimento pode ser comprado e os apartamentos podem ser limpos de maneira *rotineira* e *previsível*. Isso resulta em

alta utilização dos recursos. Não é surpresa que o custo unitário desse hotel, provavelmente, será menor do que o de hotel de porte comparável, com padrão de demanda altamente variável. Esse assunto sobre como as operações enfrentam a flutuação de demanda é tratado no Capítulo 11.

Dimensão contato com o consumidor

Anteriormente, notamos que para algumas operações, o principal recurso transformado é o próprio consumidor. A decisão de se aceitarem consumidores na operação ou de mantê-los afastados é fundamental e está muito mais relacionada com a natureza do próprio serviço ou produto. Isso significa que não é comum encontrar alto contato e baixo contato na mesma categoria de operação. Todavia, dentro de limites, algumas organizações têm que escolher como desejam desenvolver suas operações. Por exemplo, no varejo de roupas, uma organização pode decidir operar como uma cadeia de lojas do tipo butique. Alternativamente, pode decidir não possuir lojas e preferir vender através de catálogo.

A operação de loja seria uma operação de alto contato, uma vez que a maioria das atividades de “agregação de valor” ocorreria na presença do consumidor. Os consumidores desse tipo de operação têm *grau de tolerância à espera relativamente baixo*. Sairão da loja se não forem atendidos em tempo razoável (a menos que estejam desesperados para comprar). Eles podem também julgar a operação através de suas percepções, em vez de seguirem critérios objetivos. Se perceberem que um funcionário foi des cortês, provavelmente ficarão insatisfeitos (mesmo se isso não houver ocorrido). Assim, as operações de alto contato exigem funcionários com boa habilidade de contato.

Comparemos com a loja de roupas que vende através de catálogo. Não se trata de uma operação exclusivamente de baixo contato; precisa comunicar-se com seus consumidores se desejar receber pedidos. Esse contato será feito por telefone ou pelo correio (operação de contato menor ainda). Na parte do processo que envolve o consumidor conversando por telefone com o funcionário de atendimento, todas as características da loja se aplicarão. Os consumidores não desejariam ficar esperando pelo atendimento do telefone, suas percepções podem ser diferentes mesmo se o serviço for o mesmo, será necessária habilidade de contato e a variedade recebida será alta.

A Figura 1.8 resume as implicações das quatro dimensões.

OPERAÇÕES MISTAS (DE ALTO E DE BAIXO CONTATO)

A operação de venda de roupas por catálogo possui microoperações de alto e de baixo contato dentro da mesma macrooperação. Isso é típico de muitas operações e serve para enfatizar a diferença que faz o grau de contato com o consumidor. Tomemos um aeroporto como exemplo: algumas de suas atividades envolvem alto contato com seus consumidores (funcionários de atendimento que lidam com a fila de passageiros; comissários que servem alimentos e bebidas; funcionários de controle de passaporte e equipe de segurança que confere a documentação e a bagagem). Esses funcionários operam no que é denominado ambiente de *linha de frente*, isso é, estão em microoperações de alto contato com os consumidores. Outras partes do aeroporto não estão em contato direto ou estão em contato relativamente limitado com os consumidores (transporte de bagagem; operações noturnas; equipe de terra que coloca os alimentos a bordo e faz manutenção da aeronave; pessoal de limpeza; pessoal de cozinha e admi-

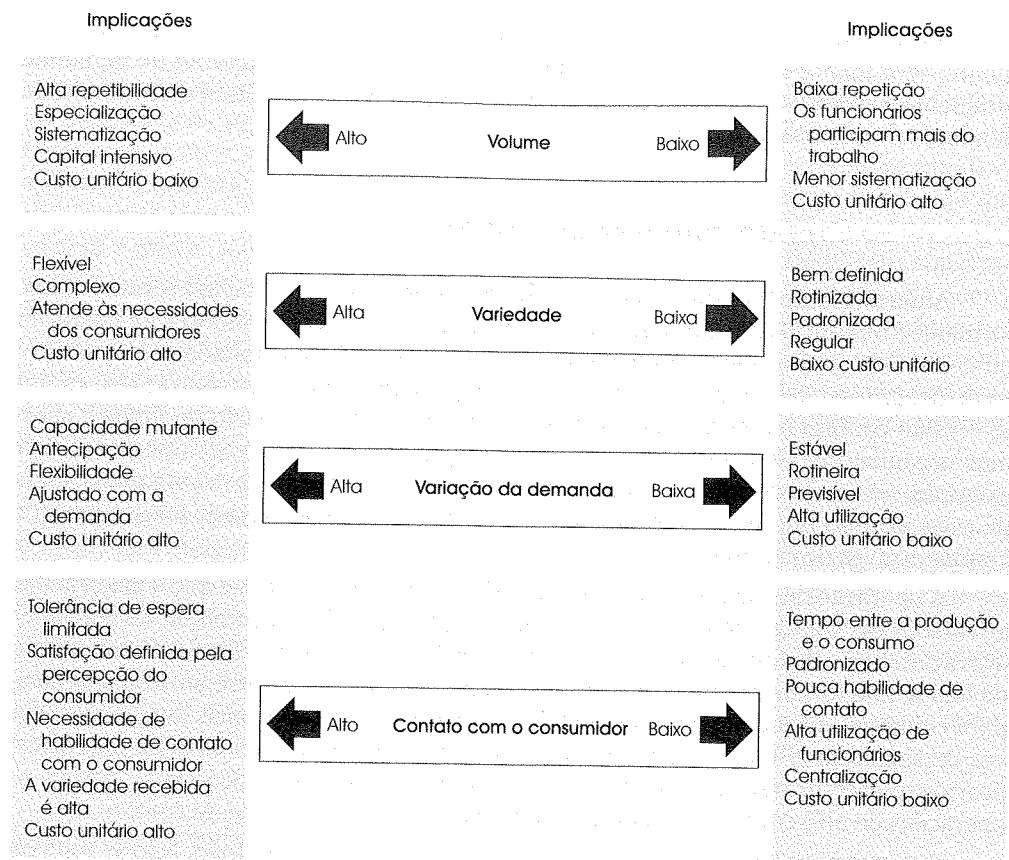


Figura 1.8 Tipologia de operações.

nistradores). Raramente os vemos e todos desempenham aquelas tarefas vitais de baixo contato com os consumidores e são denominados *retaguarda* da operação.

Em operações como as de aeroportos, é conveniente separar as atividades da linha de frente, alto contato, das de retaguarda, baixo contato. Isso é feito porque exigem habilidades diferentes de seus funcionários, diferentes formas de organizar o trabalho e diferentes objetivos operacionais. A Figura 1.9 ilustra essa separação.

Atividades da administração da produção

Os gerentes de produção possuem alguma responsabilidade por todas as atividades da organização que contribuem para a produção efetiva de bens e serviços. Provavelmente, essa área de responsabilidade é bem mais ampla do que a própria administração da produção, não importa a amplitude definida pela organização para essa função. É o termo *responsabilidade* que necessita de explicação complementar. Os gerentes de produção possuem:

- *responsabilidade indireta* por algumas atividades; e
- *responsabilidade direta* por outras atividades.

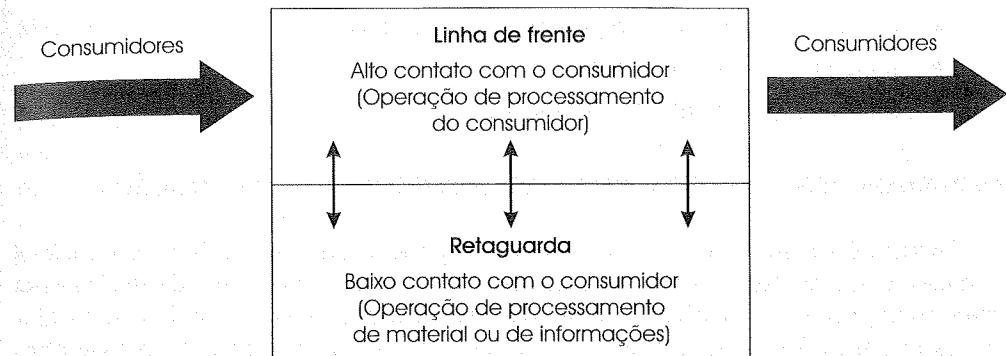


Figura 1.9 Quando uma operação envolve contatos mistos (altos e baixos), é comum separá-la em operação de linha de frente e operação de retaguarda.

Responsabilidades indiretas dos gerentes de produção

Muitas das atividades das organizações ocorrem fora das fronteiras tradicionais da função produção, embora tenham efeito sobre a maneira que se produz bens e serviços.

Geralmente, as responsabilidades indiretas da administração da produção podem ser resumidas como:

- informar as outras funções sobre as oportunidades e as restrições fornecidas pela capacidade instalada de produção;
- discutir com outras funções sobre como os planos de produção e os demais planos da empresa podem ser modificados para benefício mútuo;
- encorajar outras funções a dar sugestões para que a função produção possa prestar melhores “serviços” aos demais departamentos da empresa.

Esta abordagem de *responsabilidade mútua* junto a outras funções é efeito do conceito de *consumidor (ou cliente) interno-fornecedor interno*, já discutido neste capítulo. Para aqueles com experiência na vida organizacional, isso pode parecer algo idealista. Trata-se de uma abordagem idealista, por apontar o caminho que deve, indubitablemente, ser a boa prática em qualquer organização, embora não represente uma aspiração “impossível”. Muitas organizações estão sentindo os benefícios de romper algumas de suas barreiras organizacionais tradicionais.

Responsabilidades diretas da administração da produção

A natureza exata das responsabilidades diretas da administração da produção dependerá, em alguma extensão, da forma escolhida pela organização para definir a função produção. Isso foi anteriormente discutido (veja a Figura 1.2). Entretanto, há algumas classes gerais de atividades que se aplicam a todos os tipos de produção, não importa como as fronteiras funcionais foram definidas. Essas atividades incluem:

- entender os objetivos estratégicos da produção;
- desenvolver uma estratégia de produção para a organização;

- desenhar produtos, serviços e processos de produção;
 - planejar e controlar a produção;
 - melhorar o desempenho da produção.

ENTENDIMENTO DOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DA PRODUÇÃO

A primeira responsabilidade de qualquer equipe de administração da produção é entender o que se está tentando atingir. Isso envolve dois conjuntos de decisões. O primeiro implica o desenvolvimento de uma visão clara do *papel* exercido pela produção na organização e a definição de como essa função deve contribuir para o atingimento dos objetivos organizacionais a longo prazo. O segundo inclui a tradução dos objetivos organizacionais em termos de implicações para os *objetivos de desempenho* de produção. Incluímos nos objetivos de desempenho de produção a *qualidade* dos bens e serviços, a *velocidade* em que eles são entregues aos consumidores, a *confiabilidade* das promessas de entrega, a *flexibilidade* para mudar o que é produzido e o *custo* de produção. Todos esses assuntos são discutidos no Capítulo 2.

DESENVOLVIMENTO DE UMA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO PARA A ORGANIZAÇÃO

A administração da produção é uma ocupação muito imediata. Envolve centenas de decisões minuto a minuto durante uma semana de trabalho. Em função disso, é vital que os gerentes de produção tenham um conjunto de princípios gerais que possa orientar a tomada de decisão em direção aos objetivos a longo prazo da organização. Isso é uma *estratégia de produção*. Envolve a habilidade de colocar a estratégia de produção na hierarquia da estratégia geral da organização, que reúne todas as estratégias funcionais e de negócio. Também envolve priorizar os objetivos de desempenho de produção de maneira a vinculá-los às necessidades dos consumidores e ao comportamento dos concorrentes. O Capítulo 3 trata da estratégia de produção.

PROJETO DOS PRODUTOS, SERVIÇOS E PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Projeto, para efeito deste texto, é a atividade de definir a forma física, o aspecto e a composição física de produtos, serviços e processos. Na administração da produção, é o conjunto de atividades que, literalmente, estabelece o cenário para todas as suas outras atividades.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

As atividades de *design* devem colocar todos os recursos de produção em ação, mas, para funcionar efetivamente, precisam ser planejadas e controladas.

Planejamento e controle é a atividade de se decidir sobre o melhor emprego dos recursos de produção, assegurando, assim, a execução do que foi previsto.

MELHORIA DO DESEMPENHO DA PRODUÇÃO

A estratégia de produção é estabelecida, seus produtos, serviços e processos são desenhados e o trabalho está sendo planejado e controlado de forma contínua. Todavia, esse não é o fim das responsabilidades diretas da administração da produção. A responsabilidade permanente de todo gerente de produção é melhorar o desempenho de suas operações. Deixar de adotar melhorias, de forma a acompanhar pelo menos os concorrentes (em organizações que visam o lucro) ou deixar de adotá-las segundo um ritmo que atenda às expectativas crescentes dos consumidores (em todas as organizações) é condenar a função produção a manter-se sempre distante das expectativas da organização.

Modelo de administração da produção

Agora, podemos combinar duas das idéias que descrevemos para desenvolver o modelo de administração da produção que será usado neste livro. A primeira idéia é o modelo *input-transformação-output* e, a segunda, é a categorização das áreas de atividade da administração da produção. A Figura 1.10 mostra como essas duas idéias se combinam. O propósito fundamental da administração da produção, transformação de recursos de *input* em bens e serviços, é ilustrado pelo diagrama *input-transformação-output*. Dentro do processo de transformação estão as três áreas de atividade que selecionam, localizam e organizam a transformação de recursos, que determinam a natureza e o *timing* do fluxo dos recursos transformados. Há as atividades de *design*, *planejamento*,

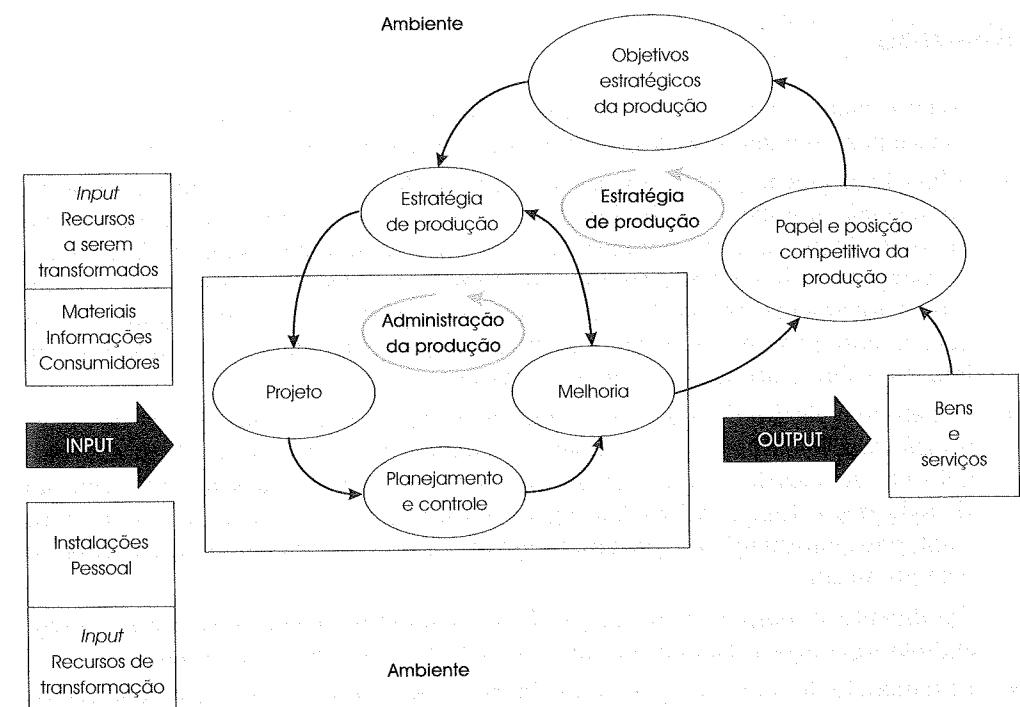


Figura 1.10 Modelo geral de administração da produção e estratégia de produção.

jamento e controle e de melhoria. São mostradas conectadas, mais ou menos na ordem cronológica em que ocorreriam se uma operação totalmente nova estivesse sendo desenvolvida. Primeiro, essa operação seria desenhada e, depois, operada através das atividades de planejamento e controle e continuamente melhorada.

A reação do mercado ao *output* de bens e serviços produzidos determinará se a produção está sendo bem administrada. Se a maneira como os bens e serviços são produzidos satisfizer aos consumidores da organização, o papel da função produção em contribuir para os objetivos competitivos ou estratégicos será confirmado. Caso contrário, os objetivos estratégicos da função produção precisarão ser revistos. Esses objetivos são aperfeiçoados e “operacionalizados” na estratégia de produção da organização. Nesse sentido, “operacionalizados” significa que os objetivos estratégicos da organização e suas atividades de produção são coerentes. Isso é mostrado como uma conexão entre a estratégia de produção e, principalmente, a atividade de *design*, mas, na realidade, a estratégia de produção influenciará também as atividades de planejamento e controle e de melhoria. Sem dúvida, à medida que a atividade de melhoria, gradualmente, enriquece o desempenho da produção, ela pode afetar a estratégia de produção ao proporcionar novas oportunidades para a produção contribuir para a competitividade. A atividade de melhoria também modifica o papel da produção na organização, movendo-a em direção a um papel central no futuro da organização.

Agora, o modelo mostra dois *loops* de atividades inter-relacionadas. Sua base corresponde, mais ou menos, ao que é, geralmente, visto como *administração da produção*, e o topo como *estratégia de produção*. Este livro concentra-se no primeiro *loop*, mas tenta cobrir bastante o segundo para permitir que o leitor entenda o sentido estratégico do trabalho do gerente de produção.

Resumo

- Todas organizações possuem uma função produção para produzir seus bens e serviços e possuem gerentes responsáveis pelo desenvolvimento da produção.
- A função produção (de “operações” ou “sistema de produção”) é importante para a organização porque afeta diretamente o nível pelo qual ela satisfaz a seus consumidores. Entretanto, as fronteiras exatas e a terminologia usada para definir a função produção variam entre diferentes operações. Este livro adota uma definição relativamente ampla de administração da produção e inclui alguns tópicos que, embora possam ser alocados a outras funções em algumas organizações, têm impacto sobre a produção de bens e serviços.
- O método mais útil de modelar a produção é representado pelo sistema de *input-transformação-output*. Todas as operações podem ser descritas usando-se este modelo. Os recursos de *input* podem ser classificados como recursos de transformação (instalações e funcionários) que agem em direção aos recursos transformados (materiais, informações e consumidores) que são, de algum modo, transformados pela produção.
- Geralmente, os *outputs* da produção são um composto de bens e serviços, embora algumas operações sejam produtoras de bens puros ou de serviços puros.
- Esse modelo de produção pode também ser usado para modelar as unidades e os departamentos dentro da função produção, formando, assim, uma hierarquia de produção. A operação total da organização é denominada macrooperação, en-

quanto seus departamentos e unidades são denominados microoperações. As microoperações formam uma rede de relacionamentos entre cliente interno-fornecedor interno dentro da função produção.

- As macrooperações podem ser perturbadas pela ação do ambiente sobre seus *inputs* e *outputs*. Às vezes, as organizações procuram proteger sua produção, fisicamente, usando estoque, ou, organizacionalmente, utilizando sua própria estrutura organizacional. Entretanto, a proteção excessiva da produção pode prejudicar sua capacidade de resposta à exigência dos fornecedores e consumidores.
- A produção pode ser classificada ao longo de quatro dimensões que indicam seu nível de volume, variedade, variação e de contato com o consumidor. A posição de uma organização em cada uma dessas dimensões determinará muitas das características de sua produção como sistematização, padronização, repetições, grau de tarefa de processamento assumido individualmente pelos funcionários, flexibilidade e, acima de tudo, o custo unitário da produção de bens e serviços.
- As atividades diretas da administração da produção podem ser divididas em várias classes. São elas: entendimento dos objetivos estratégicos de produção, definição de uma estratégia de produção, *design* de produtos, serviços e processos de produção, planejamento e controle do trabalho e melhoria de desempenho.
- O modelo *input-transformação-output* de produção pode ser combinado com a sequência cronológica aproximada de suas atividades para formar um modelo geral de administração da produção.

Questões para discussão

Todos os capítulos apresentam questões para discussão: Algumas delas podem ser respondidas pela leitura do capítulo. Outras exigirão algum conhecimento da atividade empresarial e, outras, poderão exigir alguma pesquisa adicional.

1. O porto de Roterdã é o maior do mundo. Representa um elo vital entre o transporte marítimo e o transporte no interior da Europa, como o ferroviário, o rodoviário e o fluvial. Relacione os processos de transformação que você julga de responsabilidade dos gerentes de produção do porto e identifique seus *inputs* e *outputs*.
2. Que compostos de bens e serviços são produzidos pelas seguintes operações:
 - a. Indústria de aviões de grande porte;
 - b. C&A (cadeia de lojas);
 - c. Serviço de encomendas Federal Express;
 - d. Carros Volvo;
 - e. Hotéis Novotel.
3. Explique as diferenças entre microoperações e macrooperações. Descreva algumas das microoperações de uma universidade e discuta os relacionamentos entre seus clientes e fornecedores internos.
4. converse com um gerente de produção de uma organização local e procure saber o que eles fazem e como trabalham com as funções marketing, finanças, recursos humanos e compras da organização.
5. Quais as principais diferenças entre clientes internos e externos?

6. Discuta as vantagens e desvantagens de se proteger a produção do meio ambiente. Ilustre sua resposta com uma organização de sua escolha.
7. Descreva o volume, a variedade e a variação relativos e o contato do consumidor para as seguintes organizações:
 - a. parque temático;
 - b. padaria;
 - c. dentista.
8. Explique as vantagens e desvantagens de uma operação reduzir seu volume, variedade e contato com o consumidor. Como uma universidade pode mudar o volume, a variedade e o contato com o consumidor para reduzir seus custos?

Leituras complementares selecionadas

- ADAM, E. E., EBERT, R. J. *Production and operations management*. 5. ed. Prentice Hall, 1992.
- ALBRECHT, K., BRADFORD, L. J. *The service advantage*. Dow Jones Irwin, 1990.
- ANDREWS, C. G. The critical importance of production and operations management. *Academy of Management Review*, v. 7, Jan. 1990.
- BOWEN, D. E., CHASE, R. B., CUMMINGS, T. G. and Associates. *Service management effectiveness*. Jossey-Bass, 1990.
- COLLIER, D. A. *Service management: operating decisions*. Prentice Hall, 1987.
- GAITHER, N. *Production and operations management*. Dryden Press, 1994.
- GRONROOS, C. *Service management and marketing*. Lexington Books, 1990.
- HARRIS, N. D. *Service operations management*. Cassell, 1989.
- HILL, T. *Production/operations management*. 2. ed. Prentice Hall, 1991.
- JOHNSON, R., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., SLACK, N. *Cases in operations management*. Pitman, 1993.
- KRAJEWSKI, L. J., RITZMAN, I. P. *Operations management*. 3. ed. Addison-Wesley, 1987.
- SCHONBERGER, R. *Building a chain of customers*. Hutchinson Business Books, 1990.
- WILD, R. *Production and operations management*. 4. ed. Cassell, 1989.

PAPEL ESTRATÉGICO E OBJETIVOS DA PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

No Capítulo 1, examinamos as atividades em que os gerentes de produção estão envolvidos, bem como os muitos diferentes tipos de operações que estão administrando. Entretanto, examinar que operações os gerentes executam não responde a uma questão fundamental: “O que qualquer empresa ou organização deve esperar de seu departamento de produção?” Podemos também perguntar de outra maneira: “Como a função produção contribui para a competitividade ou para a direção estratégica da organização?”

Se qualquer departamento de produção deseja entender sua contribuição para a organização de que faz parte, deve responder a duas questões. A primeira é sobre o papel da função produção – isto é, que parte se espera que ela realize dentro da empresa? Segunda, quais os objetivos de

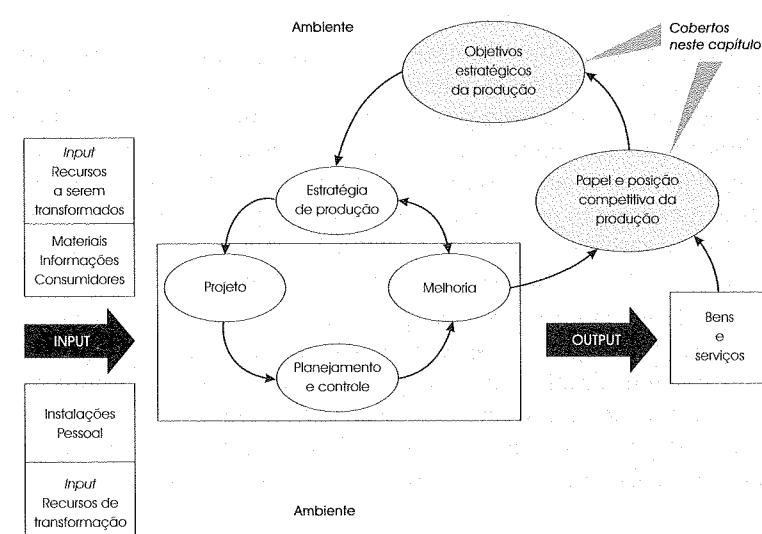


Figura 2.1 Este capítulo cobre o papel e os objetivos estratégicos da administração da produção.

desempenho específicos utilizados pela empresa para avaliar a contribuição da produção em suas aspirações estratégicas? Ambos esses assuntos são de importância vital a qualquer operação. Sem a apreciação de seu papel dentro da empresa, as pessoas que dirigem a produção nunca podem estar seguras de que, realmente, estão contribuindo para o sucesso da empresa a longo prazo. Em nível mais prático, é impossível saber se uma operação é bem-sucedida ou não, se os objetivos de desempenho específicos sobre os quais seu sucesso é mensurado não estão claramente explicitados. Este capítulo trata desses assuntos. Em nosso modelo geral de administração da produção, eles são representados pelas áreas sombreadas da Figura 2.1.

OBJETIVOS

Este capítulo examinará:

- o papel da função produção nos planos estratégicos da organização;
- como a contribuição da função produção na competitividade da organização pode ser avaliada;
- o significado dos cinco objetivos de desempenho da função produção: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo;
- os benefícios internos e externos que uma operação pode obter a partir do atingimento de cada um de seus objetivos de desempenho.

Papel da função produção

Todas as partes de qualquer empresa têm seus próprios papéis a desempenhar para se chegar ao sucesso. No nível mais simples, o papel de cada função está refletido em seu nome. A função marketing posiciona os produtos ou serviços da empresa no mercado. A função finanças monitora e controla os recursos financeiros da empresa. A função produção produz os serviços e bens demandados pelos consumidores. Entretanto, usamos aqui a expressão *papel da função produção* para designar algo além de suas responsabilidades e tarefas óbvias na empresa. Usamos a expressão para designar a razão básica da função – a principal razão de sua existência.

Por que qualquer empresa precisa preocupar-se com uma função produção? A maioria das empresas e organizações tem a opção de contratar fora a produção de seus serviços e bens. Podem, simplesmente, pagar a alguma outra empresa para fornecer o que sua função produção faz. Assim, isso levanta outra questão: “O que a função produção precisa fazer para justificar sua existência na empresa?” É esse papel que estamos considerando. Três outros papéis parecem ser particularmente importantes para a função produção:

- como apoio para a estratégia empresarial;
- como implementadora da estratégia empresarial;

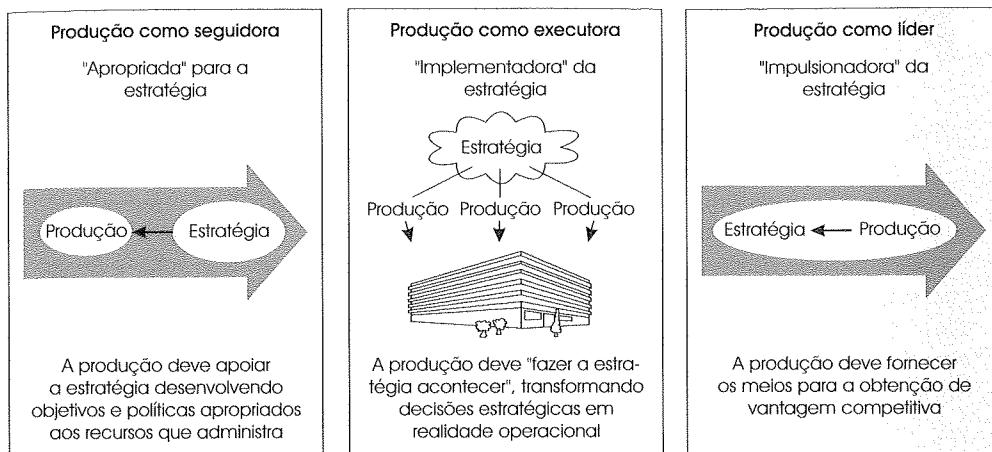


Figura 2.2 Os três papéis da função produção.

- como *impulsionadora* da estratégia empresarial.

A Figura 2.2 resume os três papéis da função produção.

Cinco objetivos de desempenho¹

Para qualquer organização que deseja ser bem-sucedida a longo prazo, a contribuição de sua função produção é vital. Ela dá à organização uma “vantagem baseada em produção”. Mas, precisamente, como a função produção contribui para se atingir essa idéia de vantagem baseada em produção?

Isso é possível através de cinco “objetivos de desempenho” básicos, usados no exemplo da TNT e derivados dos primeiros princípios. Imagine que você é gerente de produção de algum tipo de empresa – administrador hospitalar, por exemplo, ou gerente de produção de uma fábrica de carros, gerente de produção de uma empresa de ônibus urbanos ou gerente de um supermercado. Que tipos de providências você precisa tomar para contribuir para a competitividade? Ou, para ser um pouco mais ambicioso, em que você desejaría ser bom se quisesse, realmente, obter “vantagem baseada em produção”?

- Você desejaría *fazer certo as coisas*. Isto é, não desejaría cometer erros. Se a produção for bem-sucedida em proporcionar isso, estará dando uma *vantagem de qualidade* para a empresa.
- Você desejaría *fazer as coisas com rapidez*. Desejaría minimizar o tempo entre o consumidor solicitar os bens e serviços e recebê-los. Fazendo isso, você estaria dando à empresa uma *vantagem em rapidez*.

1. Os cinco objetivos de desempenho são discutidos mais minuciosamente em SLACK, N. *Vantagem competitiva em manufatura*. Atlas, 1993.

Para ilustrar os três papéis da função produção, examinaremos o caso da empresa de transporte TNT.

A TNT Limited é um dos mais conhecidos grupos de transporte internacional, dedicado principalmente ao transporte de pacotes e pequenas cargas. Fornece serviços regionais na Europa, Américas do Norte e do Sul e Oceania e também serviços globais de transporte de carga para quase todos os destinos. O grupo emprega mais de 53.000 pessoas em todo o mundo. Os principais negócios da TNT são cargas em geral, carga expressa rodoviária e aérea e serviços especializados, incluindo cargas a granel, manuseio de materiais, transporte de autos, transporte refrigerado, transporte de rejeitos industriais, distribuição de produtos e apoio logístico. O grupo está também diretamente envolvido em operações de transporte de passageiros e de carga aérea, leasing de aviões, turismo e administração de hotéis de lazer (*resorts*).

A face internacional mais familiar do grupo é seu TNT Skypack International Express – conjunto de serviços que transporta e entrega pacotes, cargas e objetos em cerca de 190 países. O serviço Express Courier usa uma rede de computadores *on-line*, ligando todas as partes de suas operações para a comunicação de dados em tempo real e para acesso às informações vitais de embarque. O sistema de informações TNT Skytrak também atende ao consumidor, a partir do ponto de coleta de carga, movimentação de encomendas e rota, até o rastreamento para provar a entrega. O Mailfast's Premium Letter Service oferece recibo de entrega assinado. O Express Post Service é preparado para competir com os serviços urgentes dos correios.

O propósito do grupo a longo prazo é fornecer um conjunto abrangente de serviços de transporte em todo o mundo, ajustado a uma ampla variedade de necessidades dos consumidores, nas mais importantes regiões do mundo. Individualmente, os variados serviços do grupo competem de formas diferentes. Nos serviços de *courier* (porta a porta), o preço é menos importante do que fatores como variedade de opções de serviço (no dia seguinte, à noite, em dois dias etc.) e confiança de entrega. O Mailfast enfoca a facilidade de uso e a qualidade do serviço, desde a coleta até a entrega. O Express Post compete em rapidez de entrega e preço. O transporte mais pesado do grupo é altamente competitivo em preço, mas os usuários dessa modalidade estão mais dispostos a assinar contratos a longo prazo.

Os três papéis da função produção em uma empresa como a TNT podem ser interpretados das formas a seguir:

- *Apoio para a estratégia empresarial.* A produção deve fornecer entrega confiável em todos os serviços oferecidos, com os demais objetivos de desempenho ajustados à natureza da concorrência. Especialmente, o custo deve ser mantido baixo nos serviços de carga pesada e no Express Post. A qualidade do serviço é particularmente importante nos serviços de *courier* e Mailfast. A rapidez de entrega é vital no Express Post. Os

2. TNT Group report; TNT's marketing – led strategy changes the goal posts. *Business Marketing Digest*, May 1993.

recursos destinados a esses serviços devem ser desenvolvidos para enfatizar os aspectos-chaves da competitividade de cada um deles.

- *Implementação da estratégia empresarial.* O grupo como um todo está movimentando-se para se tornar um fornecedor abrangente e integrado de seus serviços mundiais. A produção deve estar em condições de avaliar métodos alternativos de atingir isso e de implementá-los, independentemente do investimento em aviões, veículos, funcionários e sistemas que for necessário.
- *Impulsão da estratégia empresarial.* A produção deve movimentar-se para tornar possível a empresa exceder o desempenho dos concorrentes e as expectativas dos consumidores, inicialmente, nos aspectos de competitividade mais importantes e, eventualmente, em todos os aspectos de desempenho. Isso significa fornecer um serviço mais confiável, de qualidade superior, mais rápido, mais flexível e mais barato do que qualquer concorrente.

- Você desejaria *fazer as coisas em tempo* para manter os compromissos de entrega assumidos com seus consumidores. Se a produção puder fazer isso, estará proporcionando aos consumidores a *vantagem de confiabilidade*.
- Você desejaria estar preparado para *mudar o que faz*, isto é, estar em condições de mudar ou de adaptar as atividades de produção para enfrentar circunstâncias inesperadas. Estar em condições de mudar rapidamente para atender às exigências dos consumidores dá à empresa a *vantagem de flexibilidade*.
- Você desejaria *fazer as coisas o mais barato possível*, isto é, produzir bens e serviços a custo que possibilite fixar preços apropriados ao mercado e ainda permitir retorno para a organização. Quando a organização procura fazer isso, está proporcionando *vantagem de custo* a seus consumidores.

A Figura 2.3 ilustra esses cinco objetivos de desempenho.

A parte seguinte deste capítulo examina mais detalhadamente esses cinco objetivos de desempenho, interpretando seus significados para as quatro diferentes operações anteriormente mencionadas: um hospital geral, uma fábrica de automóveis, uma empresa de ônibus urbano e uma rede de supermercados.

Objetivo qualidade

Qualidade significa “fazer certo as coisas”, mas as coisas que a produção precisa fazer certo variarão de acordo com o tipo de operação (veja a Figura 2.4). Por exemplo, no hospital, qualidade pode significar assegurar que os pacientes obtenham o tratamento mais apropriado, sejam adequadamente medicados, bem informados sobre o que está acontecendo e, também, que sejam consultados se houver formas alternativas de tratamento. Também incluiria coisas como assegurar a limpeza e a higiene hospitalar e que os funcionários fossem bem informados e corteses em relação aos pacientes.

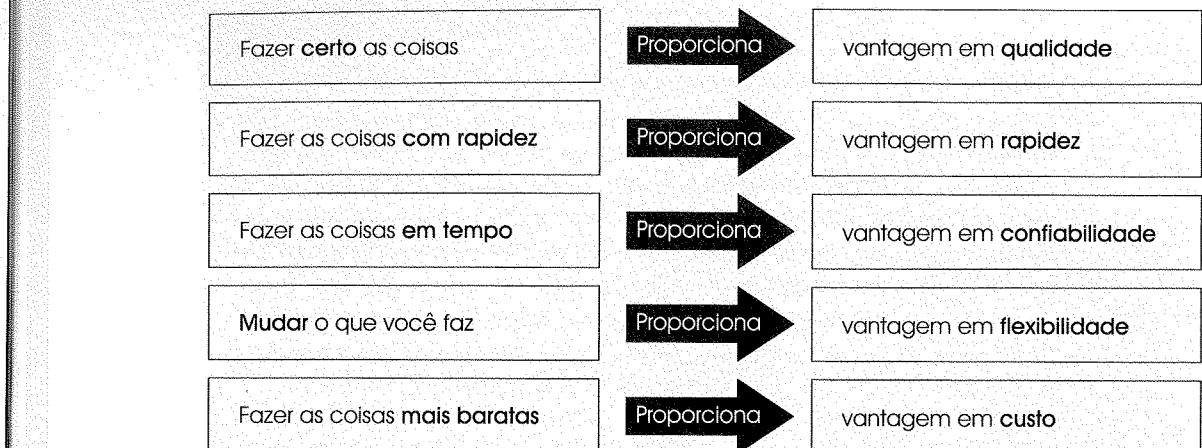


Figura 2.3 A produção contribui para a estratégia empresarial atingir cinco “objetivos de desempenho”.

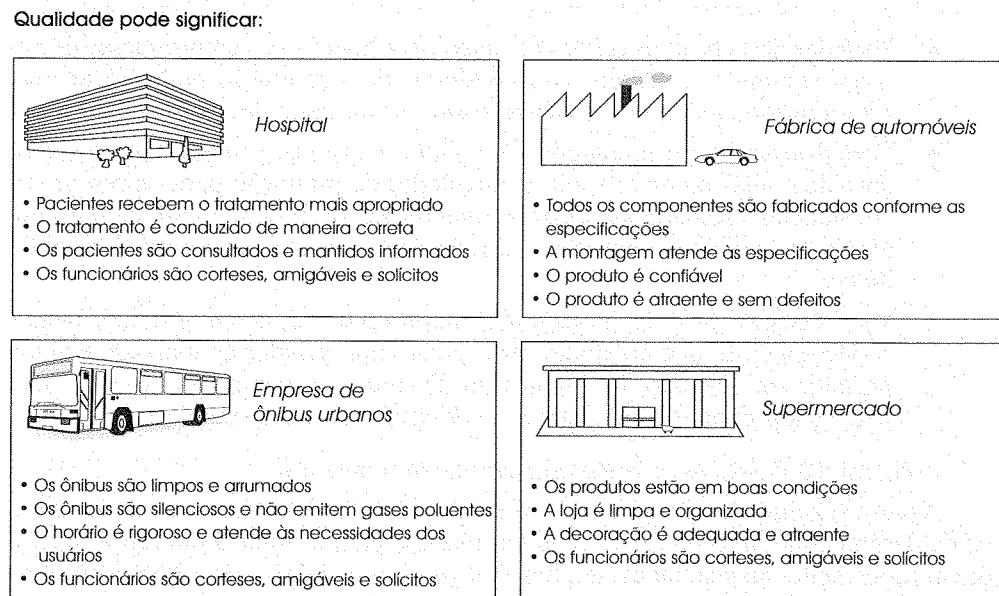


Figura 2.4 Qualidade significa coisas diferentes em operações diferentes.

QUALIDADE DENTRO DA OPERAÇÃO

Bom desempenho de qualidade em uma operação não apenas leva à satisfação de consumidores externos. Também torna mais fácil a vida das pessoas envolvidas na operação. Satisfazer aos clientes internos pode ser tão importante quanto satisfazer aos consumidores externos.

Qualidade reduz custo

Por exemplo, se o depósito regional de um supermercado enviar produtos errados a uma loja, isso significará desperdício de tempo de funcionários e, em decorrência, custo para corrigir o problema.

Qualidade aumenta a confiabilidade

Entretanto, custos crescentes não são a única consequência da má qualidade. No supermercado, pode também significar bens fora das prateleiras, resultando em perda de faturamento e irritação dos consumidores. Lidar com esse problema pode distrair a atenção da administração do supermercado que deixa de cuidar de outras partes de operação da loja. Isso pode significar o cometimento de mais erros.

Aqui, o ponto importante é que o objetivo de desempenho de qualidade (como os outros objetivos de desempenho que veremos) envolve um aspecto externo que lida com a satisfação do consumidor e um aspecto interno que lida com a estabilidade e a eficiência da organização.

O MELHOR VESTUÁRIO BRITÂNICO PARA AS PIORES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS³

Todo sucesso tem seu preço. O preço que a Barbour, fabricante de roupas rústicas, tem pago por seu fenomenal sucesso tem sido uma legião de concorrentes tentando imitar seus produtos. A resposta da empresa a isso tem sido simples: manter-se próxima a seu conceito original de qualidade excepcionalmente elevada.

Baseada no nordeste da Inglaterra, a J. Barbour and Sons completou 100 anos de fundação em 1994. Sempre fabricou roupas a prova d'água destinadas a usuários rurais e ao trabalho externo. Todavia, seus produtos têm-se tornado roupas de moda ao redor do mundo, com o correspondente aumento de vendas. Os compradores das jaquetas Barbour são encorajados a devolvê-las à fábrica quando necessitarem de conserto, em vez de comprarem uma nova. As lojas são cuidadosamente escolhidas e assumem o compromisso de fornecer informações à Barbour sobre seus consumidores. Essa informações são usadas para melhorar continuamente as operações da fábrica da empresa. O controle de qualidade dentro da fábrica também é rigoroso. Os 700 funcionários da organização (muitos representando a segunda ou a terceira geração de empregados) são responsáveis pelo controle de qualidade. Os salários da fábrica são altos e quase não existe rotatividade de mão-de-obra. Para atender a seus altos níveis de qualidade, a empresa insiste que cada roupa fabricada deve passar por 14 inspeções durante o processo de manufatura. Talvez, não seja a forma mais fácil e barata de fabricar roupas, mas a Barbour diz que é a melhor maneira de preservar a reputação de qualidade através de 100 anos.

Rapidez pode significar:

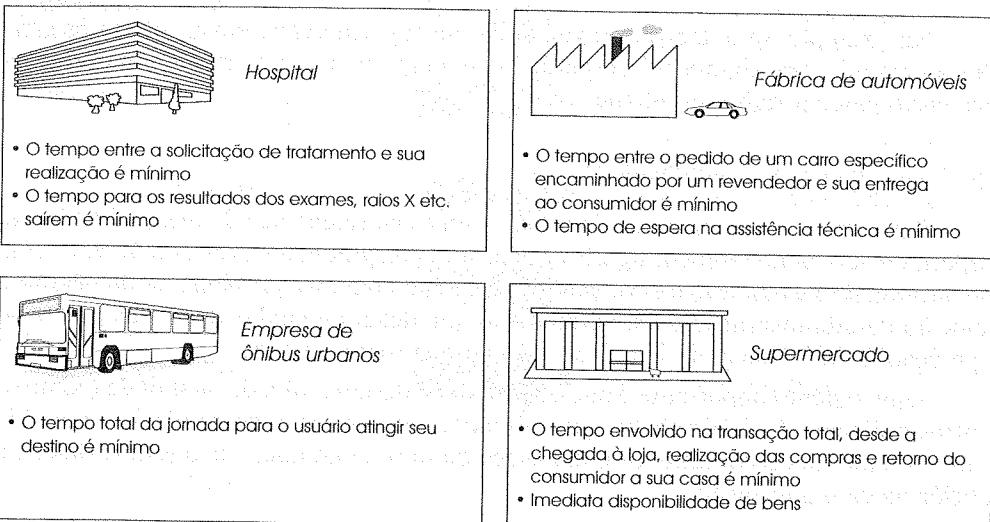


Figura 2.5 Rapidez significa coisas diferentes em diferentes operações.

Objetivo rapidez

Rapidez significa quanto tempo os consumidores precisam esperar para receber seus produtos ou serviços (veja a Figura 2.5). Para a fábrica de automóveis, rapidez significa que o tempo entre o pedido de um carro específico solicitado por um revendedor e sua entrega ao consumidor é o mais curto possível.

RAPIDEZ DA OPERAÇÃO INTERNA

A rapidez da operação interna também é importante. A resposta rápida aos consumidores externos é auxiliada sobretudo pela rapidez da tomada de decisão, movimentação de materiais e das informações internas da operação. Entretanto, a rapidez interna pode ter benefícios complementares.⁴

Rapidez reduz estoques

Citamos como exemplo a fábrica de automóveis. O aço usado para fabricar as portas dos veículos é primeiramente entregue na estamparia onde é prensado e conformato. Depois, elas são transportadas para a área de pintura onde recebem tinta e proteção. Após isso, são encaminhadas à linha de montagem onde são fixadas aos automóveis. Esse é um processo simples de três estágios, mas, na prática, as portas não fluem suavemente de um estágio para o seguinte. Se você acompanhar um produto no decorrer do processo, seu tempo de percurso pode ser surpreendentemente longo.

O percurso das portas pela fábrica é mais longo do que o tempo necessário para, realmente, moldá-las, pintá-las e ajustá-las aos veículos e foi composto, principalmen-

4. Para uma discussão mais detalhada sobre o objetivo rapidez, veja STALK, G., HOUT, T. M. *Competing against time*. Free Press, 1990.

te, pelo tempo de espera. Quando centenas de produtos se movimentam diariamente pela fábrica, esse tempo de espera resulta em estoques maiores de peças e produtos. Por outro lado, se a espera pode ser reduzida (digamos, pela movimentação e processamento de peças em lotes menores), as peças se movimentarão com mais rapidez na fábrica e, como resultado, o estoque entre cada estágio do processo será reduzido. Essa idéia tem algumas implicações muito importantes que serão tratadas no Capítulo 15 sobre *just in time*.

Rapidez reduz o risco

Realmente, ninguém sabe o que ocorrerá no futuro. Todavia, para a empresa, prever os eventos de amanhã é menos arriscado do que prever o próximo ano. Por esta razão, a maioria das empresas terá maior confiança em suas previsões de vendas para um período futuro próximo (dia, semana, mês ou ano, dependendo do setor industrial).

SERVIÇO MÉDICO DE EMERGÊNCIA DE LONDRES POR HELICÓPTERO⁵

Se você tiver o azar de sofrer um acidente sério em Londres, as chances de uma ambulância enfrentar uma série de engarrafamentos de tráfego até chegar a você serão enormes. Se você estiver sofrendo perigo de vida, cada segundo será crítico! O tratamento que você receber durante a primeira hora após o acidente (denominada "hora de ouro") pode determinar se você sobreviverá e se recuperará totalmente ou não. Com isso em mente e com o apoio financeiro do jornal *Daily Express*, foi criado o Helicopter Emergency Medical Service (HEMS). Inicialmente, operava de um campo de pouso ao sul da cidade e, depois, mudou-se para um heliporto especialmente construído no teto do Hospital Real de Londres. Isso reduziu à metade o tempo médio de viagem original de oito minutos. Agora, muitos dos socorros levam apenas dois minutos de tempo de vôo até o hospital, fator importante quando a rapidez salva vidas.

Embora a idéia de helicópteros-ambulâncias não seja nova, o HEMS levou o conceito um estágio adiante, com a adição de dois médicos a bordo, além do paramédico e do piloto. Tipicamente, o helicóptero atende quatro a cinco acidentes por dia, embora oito não seja um número incomum de ocorrências. Ter uma equipe médica tão experiente a bordo agiliza o trabalho de emergência necessário para restabelecer o paciente antes de transferi-lo ao hospital.

Uma vez que é possível pousar o helicóptero com segurança apenas à luz do dia (devido a possíveis colisões com fios e a outros perigos), a equipe também usa um Audi Estate de alto desempenho (também chamado The Beast) para proporcionar o serviço em terra. Esse veículo é dotado de equipamento médico de emergência e não foi preparado para transportar pacientes, tarefa esta deixada para as ambulâncias convencionais. O objetivo do Audi é, simplesmente, levar um paramédico ao local *muito rapidamente*. Para facilitar o atendimento rápido, o veículo fica estacionado em área de alta taxa de emergência, aguardando por um chamado. Quando não exigido em casos de acidentes traumáticos, atende a outros tipos de casos pré-hospitalares, como ataques cardíacos e partos prematuros.

5. ANGELS WITH AN AUDI. *The Audi Magazine*, Summer 1994.

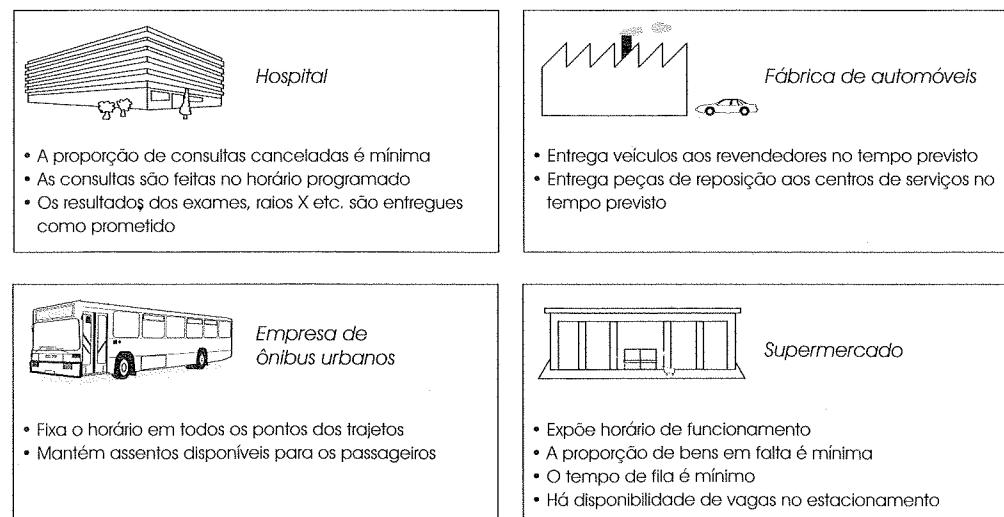
Embora, em sua maioria, o trabalho dos paramédicos envolva o atendimento a acidentes de trânsito e acidentes domésticos como quedas, alguns dos chamados referem-se a casos ainda mais traumáticos. Tentativas de suicídio podem resultar nas vítimas necessitarem tratamento debaixo de trens ou ônibus e têm havido ocorrências eventuais de vítimas de atentados a bomba. Em todos os casos, o objetivo é o mesmo: chegar às vítimas e iniciar o tratamento mais rapidamente do que no atendimento convencional. A escolha de equipamento confiável, de locais para as bases, os procedimentos adotados e as equipes altamente treinadas ajudam a atingir o objetivo.

do que para dois ou três períodos seguintes. Quanto mais à frente preverem, mais provavelmente cometão erros. Isso tem implicações importantes na rapidez de consecução de qualquer operação. Novamente, consideremos o exemplo da fábrica de automóveis. Se o tempo total de a porta completar seu percurso pela fábrica for seis semanas, estará passando pela primeira operação seis semanas antes de atingir seu destino final. A quantidade de portas processadas será determinada pela previsão de demanda feita seis semanas antes. Quase certamente, a fábrica estará fabricando o número errado de portas porque a previsão estará errada.

Objetivo confiabilidade

Confiabilidade significa fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços quando foram prometidos (veja a Figura 2.6). Um hospital com alto padrão de confiabilidade não cancelaria operações ou qualquer outro compromisso assumido com seus pacientes. Por exemplo, sempre entregaria os resultados dos exames e raios X em tempo e cumpriria seus programas de imunização.

Confiabilidade pode significar:



64 Figura 2.6 Confiabilidade significa coisas diferentes em operações diversas.

Os consumidores apenas podem julgar a confiabilidade de uma operação após o produto ou serviço ter sido entregue. Por exemplo, um consumidor, provavelmente, decidiria tomar um ônibus, considerando, inicialmente, os critérios de velocidade e custo. Somente após fazer o trajeto é que poderá conhecer o grau de confiabilidade do serviço.

CONFIABILIDADE NA OPERAÇÃO INTERNA

A confiabilidade na operação interna tem efeito similar. Os clientes internos julgarão o desempenho uns dos outros, analisando o nível de confiabilidade entre as microoperações na entrega pontual de materiais e informações.

Confiabilidade economiza tempo

Por exemplo, tomemos a oficina de manutenção e consertos da empresa de ônibus urbanos. O gerente terá sempre um plano das atividades da oficina para o dia seguinte. Provavelmente, esse plano foi preparado para manter as instalações da oficina plenamente utilizadas e, ao mesmo tempo, para assegurar que a frota estará sempre limpa e pronta para atender à demanda em qualquer momento. Um dia, se faltarem à oficina algumas peças de reposição cruciais para consertar dois ônibus parados, o gerente precisará gastar tempo tentando obtê-las dentro de poucos dias. É improvável que os recursos reservados para atender aos ônibus possam ser usados tão produtivamente quanto previsto com essa perturbação.

Confiabilidade economiza dinheiro

A maior parte desse uso ineficaz de tempo será transformada em custo operacional extra. Por exemplo, as peças de reposição podem custar mais para ser entregues em prazo curto. Os funcionários de manutenção receberão mesmo quando não houver ônibus para trabalhar. Similarmente, os custos fixos de operações, como iluminação e aluguel, não serão reduzidos em função de os ônibus ficarem parados. Nas ruas, a interrupção do serviço também terá consequências financeiras.

Confiabilidade dá estabilidade

A perturbação causada nas operações pela falta de confiabilidade vai além de tempo e custo. Afeta a “qualidade” do tempo da operação. Se tudo em uma operação for perfeitamente confiável, e assim permanecer por algum tempo, haverá um nível de confiança entre as diferentes partes da operação. Não haverá “surpresas” e tudo será previsível. Sob tais circunstâncias, cada parte da operação pode concentrar-se em melhorar sua atividade, sem ter sua atenção desviada pela falta de serviços confiáveis de outras partes da operação.

Objetivo flexibilidade⁶

Flexibilidade significa ser capaz de mudar a operação de alguma forma. Pode ser alterar o que a operação faz, como faz ou quando faz. Mudança é a idéia-chave.

6. Para uma discussão complementar sobre o objetivo flexibilidade, veja SLACK, N. Focus on flexibility. In: WILD, R. (Org.). *International handbook of production/operations management*. Cassell, 1989.

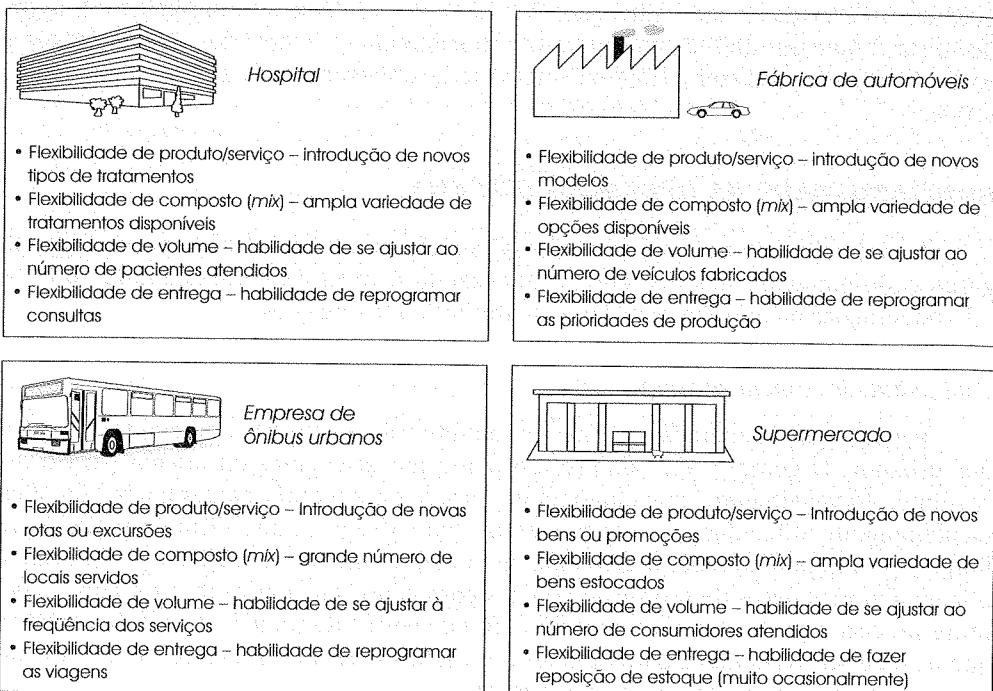


Figura 2.7 Flexibilidade significa coisas diferentes em operações diversas.

A maioria das operações precisa estar em condições de mudar para satisfazer às exigências de seus consumidores. Especificamente, a mudança exigida por eles deve atender a quatro tipos de exigências:

- *flexibilidade de produto/serviço* – produtos e serviços diferentes;
- *flexibilidade de composto (mix)* – ampla variedade ou composto de produtos e serviços;
- *flexibilidade de volume* – quantidades ou volumes diferentes de produtos e serviços;
- *flexibilidade de entrega* – tempos de entrega diferentes.

A Figura 2.7 dá exemplos do que esses diferentes tipos de flexibilidade significam para as quatro operações.

O NOTICIÁRIO DAS NOVE HORAS DA BBC NÃO PODE ATRASAR

Alguns negócios dependem da pontualidade, consistência e permanência de suas operações. Assim é o negócio de notícia. Um jornal diário entregue com um dia de atraso torna-se, praticamente, supérfluo. Entretanto, a operação de notícias onde a confiabilidade é, talvez, mais crítica é o noticiário de televisão. O noticiário das nove horas da BBC começa exatamente às nove horas e dura, exatamente, 30 minutos (a menos que uma decisão de programação seja tomada para a cobertura de um evento esportivo ou por outras circunstâncias especiais). A habilidade de a BBC atingir esse nível de confiabilidade é possível pela tecnologia empregada na captação e na edição de notícias. Por exemplo, até recentemente um editor de notícias programava em videotape a contagem regressiva de cinco segundos antes de iniciar o programa. A tela mostrava os números de contagem e a equipe esperava ansiosamente os visuais aparecerem para se assegurarem de que o teipe correto havia, de fato, sido carregado. Com nova tecnologia, a rodagem do teipe pode começar com uma tela congelada até o comando de início ser acionado. A equipe confia no processo. Além disso, a tecnologia confere um nível de flexibilidade que garante confiabilidade, mesmo quando a transmissão normal é interrompida para notícias de fatos extraordinários. Horas antes, jornalistas e editores preparam um “estoque” de itens de notícias eletronicamente gravados. O apresentador prepara seu comentário no *teleprompter* (tela de leitura) e cada item é programado em termos de segundos. (A partir de experiência, a equipe pode estimar exatamente o tempo que será necessário para a leitura de qualquer número de palavras.) Se a equipe precisar fazer ajustes rápidos nos itens programados, a tecnologia de estúdio do noticiário permite que editores façam apresentações ao vivo de jornalistas externos em “tomadas” por satélite, diretamente no programa. Os editores podem ainda digitar notícias diretamente no *teleprompter* para leitura simultânea do apresentador. Grande desgaste mental, mas que mantém o programa no horário.

FLEXIBILIDADE NA OPERAÇÃO INTERNA

O desenvolvimento de uma operação flexível pode também trazer vantagens aos clientes internos da operação.

Flexibilidade agiliza a resposta

Frequentemente, a habilidade de fornecer serviço rápido depende da flexibilidade da operação. Por exemplo, se o hospital precisa enfrentar um repentina fluxo de pacientes procedentes de um acidente rodoviário, é evidente que, necessita tratar rapidamente os feridos. Sob tais circunstâncias, um hospital flexível que pode transferir rapidamente funcionários e equipamentos para o pronto-socorro possibilitará o atendimento rápido que os pacientes necessitam.

7. **Fonte:** Discussão com a equipe de jornalismo da BBC.

Flexibilidade maximiza tempo

Em muitas partes do hospital, os funcionários precisam atender a uma ampla variedade de problemas. Pacientes com fraturas, cortes ou envenenados por overdose de medicamentos não chegam em "lotes". Cada paciente é um indivíduo com necessidades exclusivas. Os funcionários do hospital não podem levar tempo para entrar no ritmo no tratamento de um problema específico; devem ter flexibilidade para rapidamente se adaptarem à situação. Devem ter também instalações e equipamentos suficientemente flexíveis para não perderem tempo esperando no atendimento de um paciente. O tempo de utilização dos recursos do hospital está sendo economizado porque há a flexibilidade de os mesmos na troca de uma tarefa para outra. (Veja também o boxe da Godiva Chocolatier para um exemplo de como a flexibilidade pode economizar tempo.)

Flexibilidade mantém confiabilidade

A flexibilidade interna também pode ajudar a manter a operação dentro do programado quando eventos imprevistos perturbam os planos. Por exemplo, se um fluxo repentino de pacientes também resultar na necessidade de cirurgias de emergência, esses pacientes, certamente, serão atendidos antes de outras operações rotineiras. Os pacientes submetidos a operações de rotina já terão sido internados e, provavelmente, estarão preparados para suas operações. Provavelmente, cancelar suas operações causaria aflição e considerável inconveniente. Um hospital flexível pode estar preparado para minimizar a perturbação, possivelmente, reservando salas de cirurgia para atender às emergências e convocando funcionários e médicos que estivessem de sobreaviso.

Objetivo custo

Custo é o último objetivo a ser coberto. Não porque seja o menos importante, mas, pelo contrário, por ser o mais importante. Para as empresas que concorrem diretamente em preço, o custo será seu principal objetivo de produção. Quanto menor o custo de produzir seus bens e serviços, menor pode ser o preço a seus consumidores. Mesmo aquelas empresas que concorrem em outros aspectos que não preço estarão interessadas em manter seus custos baixos. Cada libra, dólar ou centavo retirado do custo de uma operação é acrescido a seus lucros. Não surpreende que o custo baixo é um objetivo universalmente atraente.

A forma de o gerente de produção influenciar os custos dependerá largamente de onde estes são incorridos. Em palavras simples, a produção gastará dinheiro em:

- *custos de funcionários* (dinheiro gasto com o pessoal empregado);
- *custos de instalações, tecnologia e equipamentos* (dinheiro gasto em compra, conservação, operação e substituição de hardware de produção);
- *custos de materiais* (dinheiro gasto nos materiais consumidos ou transformados na produção).

A Figura 2.8 mostra a divisão típica de custos para um hospital, fábrica de automóveis, supermercado e empresa de ônibus.

Custo pode significar:

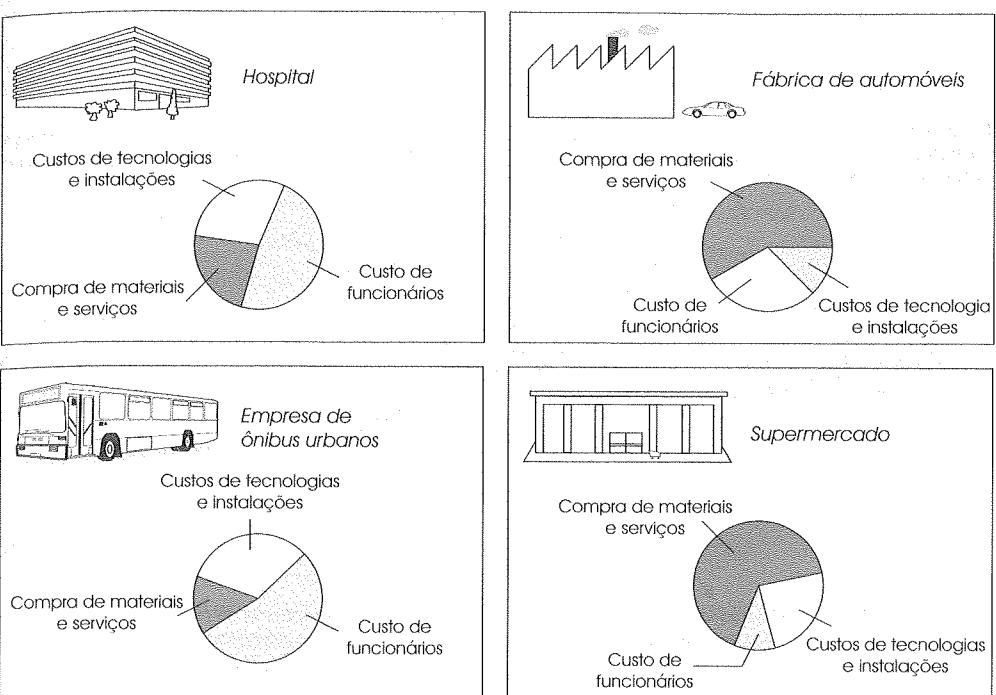


Figura 2.8 Custo significa coisas diferentes em operações diversas.

O CUSTO É AFETADO POR OUTROS OBJETIVOS DE DESEMPENHO

Anteriormente, descrevemos os significados e os efeitos de qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade para a função produção. Fazendo isso, identificamos o valor de cada objetivo de desempenho dos consumidores externos e, dentro da operação, dos clientes internos. Cada um dos objetivos de desempenho possui vários efeitos externos, afetando todos eles os custos.

- Operações de alta qualidade não desperdiçam tempo ou esforço de retrabalho nem seus clientes internos são incomodados por serviços imperfeitos. Em outras palavras, alta qualidade pode significar custos baixos.
- Operações rápidas reduzem o nível de estoque em processo, entre as microoperações, bem como diminuem os custos administrativos indiretos. Ambos esses efeitos podem reduzir o custo global da operação.
- Operações confiáveis não causam qualquer surpresa desagradável aos clientes internos. Pode-se confiar que suas entregas serão exatamente como planejado. Isso elimina o prejuízo de interrupção e permite que as outras microoperações trabalhem eficientemente.
- Operações flexíveis adaptam-se rapidamente às circunstâncias mutantes e não interrompem o restante da operação global. As operações microflexíveis podem também trocar rapidamente entre as tarefas, sem desperdiçar tempo e capacidade, reduzindo novamente os custos.

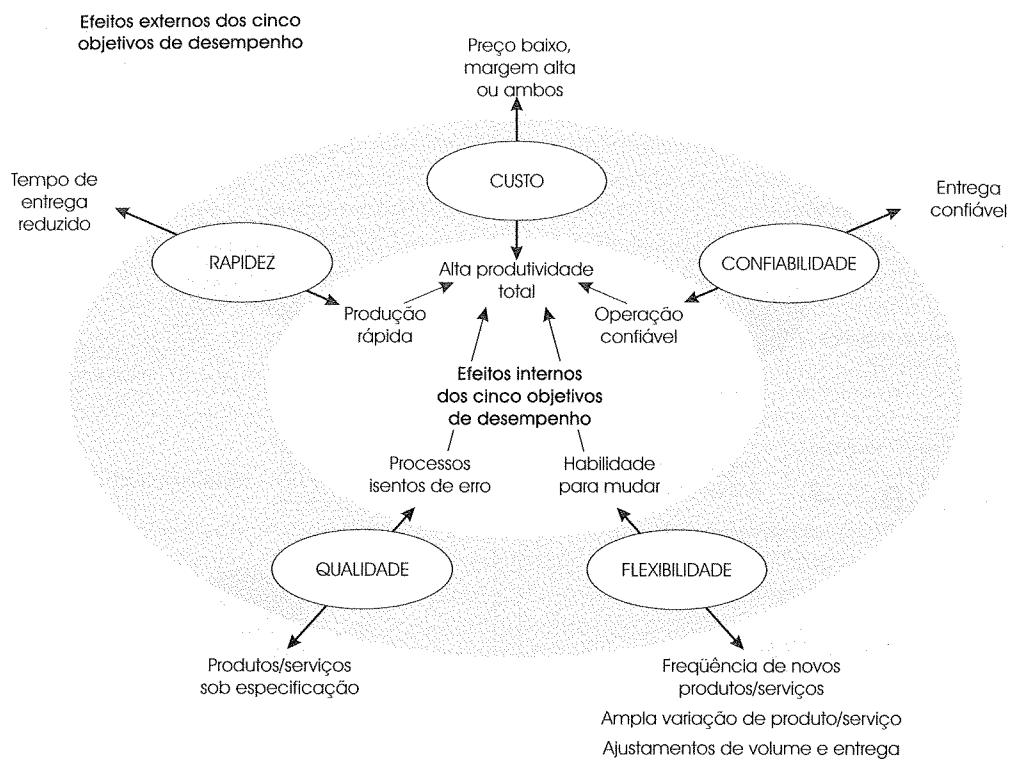


Figura 2.9 Os objetivos de desempenho provocam efeitos externos e internos. O custo interno é influenciado por outros objetivos de desempenho.

Assim, na operação interna, uma forma importante de melhorar o desempenho dos custos é melhorar o desempenho dos outros objetivos operacionais (veja a Figura 2.9). A implicação disso é muito importante porque nos informa sobre o relacionamento entre os aspectos externos e internos do desempenho das operações. Todas as organizações estão interessadas em reduzir o custo de suas operações. Custos menores permitem a redução dos preços ou aumento do lucro, ou uma combinação de ambos. Assim, como todas as organizações preocupam-se com o custo de suas operações para seus consumidores, devem também estar interessadas em qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade.

Resumo

- A função produção exerce três papéis importantes dentro de qualquer organização.
 - Como apoiodora da estratégia global da organização. Faz isso desenvolvendo os recursos de produção de maneira a torná-los apropriados, qualquer que seja a estratégia escolhida.
 - Como implementadora das estratégias organizacionais. A operação deve assegurar que a estratégia da empresa, realmente, funcione na prática.

- Como líder da estratégia. Isso significa que a função produção deve fornecer à organização todos os aspectos de desempenho que ela necessita para atingir seus objetivos (competitivos) a longo prazo.
- A avaliação da contribuição de uma função produção pode ser feita através de vários objetivos de desempenho. Esses são:
 - a qualidade dos bens e serviços fornecidos pela operação;
 - a rapidez com que são entregues os bens e serviços;
 - a confiabilidade na entrega dos bens e serviços;
 - a flexibilidade da produção em mudar;
 - o custo de produzir os bens e serviços.
- Todos esses objetivos de desempenho têm efeitos externos e internos. Os efeitos internos de alta qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade têm, geralmente, como objetivo reduzir os custos de produção.

Questões para discussão

1. Para as seguintes organizações, explique como suas funções produção podem apoiar, implementar e impulsionar a estratégia empresarial:
 - a. restaurante *fast food*;
 - b. serviço de revelação de filmes;
 - c. refinaria de petróleo.
2. Discuta sobre o que constitui qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade nas seguintes operações:
 - a. biblioteca universitária;
 - b. centro esportivo universitário;
 - c. restaurante universitário;
 - d. curso de administração da produção.

(Procure perguntar aos gerentes dessas operações!)
3. Usando um exemplo de sua escolha, descreva como o custo de produção pode ser afetado pela mudança dos níveis de desempenho de qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade.

Leituras complementares selecionadas

- AZZONE, G., BERTELÉ, U., MASELLA, C. The design of performance measures for time based companies. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 11, nº 3, 1991.
- BLENKINSOP, A., BURNS, N. Performance measurement revisited. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 10, 1992.
- CHASE, R., HAYES, R. H. Beefing up operations in service firms. *Sloan Management Review*, p. 15-26, Fall, 1991.

- DE MEYER, A., FEDOWS, K. The influence of manufacturing improvement programmes on performance. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 10, nº 2, 1990.
- GUPTA, Y. P., LONIAL, S. C., MANGOLD, W. G. An examination of the relationship between manufacturing strategy and marketing objectives. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 11, nº 10, 1991.
- HAYES, R. H., WHEELWRIGHT, S. C. Restoring our competitive edge. Cap. 14. Wiley, 1984.
- HILL, T. *Manufacturing strategy*. 2. ed. Macmillan, 1993.
- NEW, C. World-class manufacturing versus strategic trade-offs. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 4, 1992.
- PINE, B. J. *Mass customization*. Harvard Business School Press, 1993.
- SHAW, W. N., CLARKSON, A. H., STONE, M. A. The competitive characteristics of scottish manufacturing companies. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 6, 1992.
- SLACK, N. Vantagem competitiva em manufatura. São Paulo : Atlas, 1993.
- STALK, G. The next source of competitive advantage. *Harvard Business Review*, July/Aug. 1988.

ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Nenhuma organização pode planejar pormenorizadamente todos os aspectos de suas ações atuais ou futuras, mas todas as organizações podem beneficiar-se de ter noção para onde estão dirigindo-se e de como podem chegar lá. Com outras palavras, todas as organizações precisam de alguma direção estratégica. Ocorre o mesmo com a função produção. Uma vez que a função produção entendeu seu papel dentro do negócio como um todo e depois que determinou os objetivos de desempenho que definem sua contribuição para a estratégia, ela precisa formular um conjunto de princípios gerais que guiarão seu processo de tomada de decisões. Isto é a estratégia de produção da empresa. Este capítulo estabelece o conceito de “estratégia” e insere a estratégia de produção no centro da tomada de decisões estratégica global da organização. Também indica o

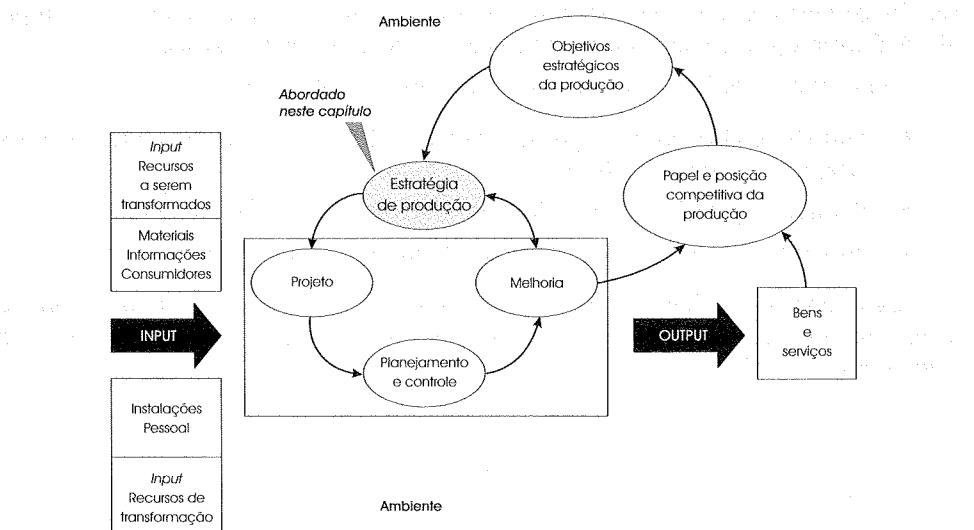


Figura 3.1 Este capítulo examina a estratégia de produção.

tipo de decisões que uma operação produtiva deve tomar para estabelecer o conteúdo de sua estratégia de produção. A Figura 3.1 mostra a relação das idéias descritas neste capítulo com o modelo geral de gestão de produção.

OBJETIVOS

Este capítulo examina:

- a hierarquia estratégica da qual a estratégia de produção faz parte;
- a natureza e o conteúdo da estratégia de produção;
- como os objetivos de desempenho podem ter *prioridades* diferentes em função dos *consumidores e concorrentes* da organização e da posição de seus produtos e serviços em seu *ciclo de vida*;
- as *áreas de decisão* da estratégia de produção;
- o impacto das áreas de decisão da estratégia de produção nos *objetivos de desempenho*.

Que é estratégia?

Antes de abordar o tema estratégia de produção é necessário considerar o que entendemos pelo termo *estratégia*. Algo que assumimos quando uma organização articula sua “estratégia” é que ela fará um conjunto de coisas em vez de outro – que ela tomou decisões que comprometem a organização com um conjunto específico de ações. A primeira coisa sobre estratégia, portanto, é que ela é um compromisso com a ação. Os gerentes tomam decisões o tempo todo, o que presumivelmente os comprometerá a fazer alguma coisa, mas nem todas são decisões estratégicas.

Pelo termo *estratégicas* em geral entendemos as decisões que:

- têm efeito abrangente e por isso são significativas na parte da organização à qual a estratégia se refere;
- definem a posição da organização relativamente a seu ambiente;
- aproximam a organização de seus objetivos de longo prazo.

Logo, uma “estratégia” é o padrão global de decisões e ações que posicionam a organização em seu ambiente e têm o objetivo de fazê-la atingir seus objetivos de longo prazo.¹

1. Há muitos livros bons sobre estratégia. Por exemplo, veja JOHNSON, G., SCHOKLES, K. *Exploring business strategy*. 3. ed. Prentice-Hall, 1992.

Hierarquia estratégica

O termo *estratégia*, como definimos, depende parcialmente do que entendemos por “a organização”. Se “a organização” é uma corporação de porte e diversificada, sua estratégia a posicionará em seu ambiente global, econômico, político e social e consistirá em decisões sobre quais tipos de negócio o grupo quer conduzir, em quais partes do mundo deseja operar, quais negócios adquirir e de quais desfazer-se, como alocar seu dinheiro entre os vários negócios e assim por diante. Decisões como essas formam a *estratégia corporativa* da organização – elas orientam e conduzem a corporação em seu ambiente global, econômico, social e político. Cada unidade de negócio na corporação precisará elaborar sua própria *estratégia de negócios*, que estabelece sua missão e objetivos individuais, bem como definir como pretende competir em seus mercados. Esta estratégia de negócios orienta o negócio em um ambiente que consiste em seus consumidores, mercados e concorrentes, mas também inclui a corporação da qual faz parte. Analogamente, dentro do negócio cada função precisará considerar qual seu papel em termos de contribuição para os objetivos estratégicos e/ou competitivos do negócio. Todos os setores, produção, marketing, finanças, pesquisa e desenvolvimento e outros, precisarão traduzir os objetivos do negócio em termos que têm sentido para eles e precisam determinar a melhor forma de organizar seus recursos para apoiá-los. Em outras palavras, cada função do negócio precisa de uma *estratégia funcional* que conduz suas ações no âmbito do negócio. Nesta ocasião, o “ambiente” da função inclui em particular o negócio em que se insere.

Estes três níveis da estratégia – corporativo, do negócio e funcional – formam uma hierarquia na qual a estratégia do negócio é uma parte importante do ambiente no qual as estratégias funcionais operam, e a estratégia corporativa é um elemento importante do ambiente no qual a estratégia do negócio se encaixa.

Estratégia de produção

Aceitando as simplificações do modelo hierárquico, podemos estender a natureza hierárquica da articulação estratégica adiante para a própria função produção. Como discutimos no Capítulo 1, todas as macrooperações da organização são constituídas de uma hierarquia de microoperações. Cada microoperação pode precisar desenvolver seus próprios planos (de cada unidade ou departamento) que, no contexto da microoperação, podem ser denominados estratégicos pelo fato de que orientarão sua tomada de decisões no âmbito da macrooperação total.

No nível da macrooperação, a estratégia de produção pode ser definida como segue:

A estratégia de operações é o padrão global de decisões e ações, que define o papel, os objetivos e as atividades da produção de forma que estes apóiem e contribuam para a estratégia de negócios da organização.²

2. Para uma revisão cuidadosa da literatura relativa à estratégia de produção, veja ANDERSON, J. C., CLEVELAND, G., SCHROEDER, R. Operations strategy: a literature review. *Journal of Operations Management*, v. 8, nº 2. Também há muitas definições de estratégia de produção (ou, mais comumente, de manufatura): por exemplo, HAYES e WHEELWRIGHT (veja nota 14) definem-na como “... uma sequência de decisões que, ao longo do tempo, permitem que um negócio atinja uma estrutura e uma infraestrutura de manufatura e um conjunto de capacitações específicas desejadas”.

No nível da microoperação, um plano ou estratégia de produção pode ser definido como segue:

A estratégia de (micro)operações é o padrão global de decisões e ações que definem o papel, os objetivos e atividades de cada parte da produção de forma que apóiem e contribuam para a estratégia de produção do negócio.

Desta forma, a estratégia de produção de cada unidade contribui para os objetivos estratégicos do nível imediatamente superior. Mas, além de ajudar o nível superior na hierarquia a atingir seus objetivos estratégicos, a estratégia de produção deve considerar as necessidades de seus clientes (ou consumidores) e fornecedores internos como discutido no Capítulo 1.

Isto significa que uma estratégia de operações sempre tem dois propósitos:

- contribuir diretamente para os objetivos estratégicos do nível imediatamente superior na hierarquia; e
- auxiliar outras partes do negócio a fazer sua própria contribuição para a estratégia.

Conteúdo e processo da estratégia de produção

Quando as operações em qualquer ponto da hierarquia desenvolvem suas estratégias de produção, elas devem considerar dois conjuntos separados de questões, mas que se sobrepõem. Algumas questões são relativas ao que é conhecido como o *conteúdo* da estratégia de produção. Estas são questões que determinarão as estratégias específicas que governam a tomada de decisões cotidianas na operação. O outro conjunto de questões é relativo ao *processo* real de determinação dessas estratégias na organização.

Conteúdo da estratégia de produção

O *conteúdo* da estratégia de operações é o conjunto de políticas, planos e comportamentos que a produção escolhe para seguir.

Prioridade de objetivos de desempenho

O Capítulo 2 descreveu e ilustrou como os cinco objetivos de desempenho se aplicam a diversos tipos diferentes de produção. Mas, em nossa discussão, nada foi mencionado a respeito de sob quais circunstâncias alguns dos objetivos de desempenho poderiam tornar-se especialmente importantes para uma organização. A importância relativa dos objetivos de desempenho para esta, ou qualquer outra operação produtiva, sofrerá várias influências diferentes. Três coisas são especialmente impor-

Um ponto de vista interessante sobre o tópico é dado pelo Professor Abby Ghobadian, que a define como: "...a maneira e grau pelos quais a gerência coloca em risco os recursos de manufatura da empresa com a finalidade de apoiar e atingir seu objetivo global escolhido".

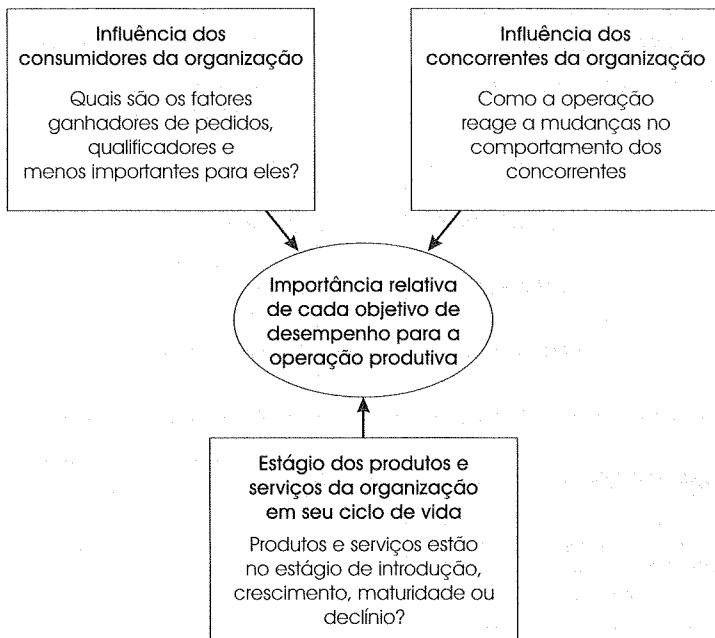


Figura 3.2 Aspectos que afetam a importância dos objetivos de desempenho.

tantes na determinação de quais objetivos de desempenho devem ser enfatizados (veja Figura 3.2):

- as necessidades específicas dos *grupos de consumidores* da empresa;
- as atividades dos *concorrentes* da empresa;
- o estágio do *ciclo de vida* do produto no qual se encontra o produto ou serviço.

Influência do consumidor nos objetivos de desempenho

De todos os aspectos que influenciam a prioridade que uma organização dá a seus objetivos de desempenho, os mais imediatos são os dos consumidores da organização. A produção procura satisfazer aos clientes, desenvolvendo seus cinco objetivos de desempenho. Por exemplo, se os consumidores valorizarem especialmente produtos ou serviços de baixo preço, a produção dará ênfase a seu desempenho em custos. Se os consumidores insistirem em produtos ou serviços isentos de erros, a produção concentrar-se-á em seu desempenho em qualidade. Ênfase dos consumidores em entrega rápida tornará o critério velocidade importante para a produção, enquanto ênfase em confiabilidade de entrega tornará o critério confiabilidade importante. Se os consumidores esperarem produtos e serviços muito inovadores, a produção deverá proporcionar alto grau de flexibilidade para conseguir inovar para seus consumidores antes de seus rivais. Analogamente, se uma ampla gama de produtos e serviços for exigida, a produção precisará ser suficientemente flexível para prover a necessária variedade sem custo excessivo.



Figura 3.3 Diferentes fatores competitivos implicam diferentes objetivos de desempenho.

Estes fatores que definem as exigências dos clientes são chamados *fatores competitivos*.³ O grau com que uma organização atende às exigências de seus consumidores é determinado pelo desempenho de sua função produção nos objetivos de desempenho que influenciam os fatores competitivos. A Figura 3.3 mostra a relação entre alguns dos fatores competitivos mais comuns e os objetivos de desempenho da produção. O ponto importante é que a prioridade relativa de cada objetivo de desempenho é influenciada pela forma como a organização traduz as necessidades (e necessidades potenciais) de seus consumidores em termos significativos para a produção. Os consumidores são os primeiros árbitros a respeito de quais objetivos de desempenho uma operação produtiva deve considerar como importantes.

Traduzir as necessidades dos consumidores envolve, por exemplo, decidir o que é mais importante para eles: o preço, o prazo de entrega, a gama de produtos e serviços, a confiabilidade de entrega ou qualquer outra coisa. Se os consumidores considerarem preço como o fator competitivo mais importante, quanto mais importante? Qual é o segundo fator mais importante? Em outras palavras, as organizações devem decidir quanto os consumidores valorizam os fatores competitivos. A importância relativa dos fatores competitivos para os consumidores influenciará a importância relativa dos objetivos de desempenho da produção. Uma reação comum de alguns gerentes a esta ideia é argumentar que todos os fatores competitivos são importantes para os consumidores. Embora possa ser verdade que muitas coisas são importantes para os consumidores, algumas devem, entretanto, ter maior relevância do que outras.

Objetivos qualificadores e ganhadores de pedidos

Uma forma especialmente útil de determinar a importância relativa dos fatores competitivos é distinguir entre o que o professor Terry Hill da London Business School chama de fatores “ganhadores de pedidos” e “qualificadores”.⁴

Critérios ganhadores de pedidos são os que diretamente e significativamente contribuem para a realização de um negócio, para conseguir um pedido. São considerados pelos consumidores como razões-chaves para comprar o produto ou serviço. São, portanto, os aspectos mais importantes da forma como uma empresa define sua posição competitiva. Aumentar o desempenho em um critério ganhador de pedidos resultará em mais pedidos ou melhora a probabilidade de ganhar mais pedidos.

Critérios qualificadores podem não ser os principais determinantes do sucesso competitivo, mas são importantes de outra forma. São aqueles aspectos da competitividade nos quais o desempenho da produção deve estar acima de um nível determinado, para ser sequer considerado pelo cliente. Abaixo deste nível “qualificador” de desempenho, a empresa provavelmente nem mesmo será considerada como fornecedora potencial por muitos consumidores. Acima do nível “qualificador”, será considerada, mas principalmente em termos de seu desempenho nos critérios ganhadores de pedidos. Qualquer melhora nos fatores qualificadores, acima do nível qualificador, provavelmente não acrescentará benefício competitivo relevante.

Aos critérios qualificadores e ganhadores de pedidos podem ser acrescentados os critérios menos importantes, que não são nem qualificadores nem ganhadores de pedidos. Não influenciam os clientes de forma significativa. Devem ser mencionados aqui somente porque podem ser importantes em outras partes das atividades da produção.

A Figura 3.4 mostra a diferença entre os critérios ganhadores de pedidos, os qualificadores e os menos importantes em termos de sua utilidade ou valor para a competitividade da organização. As curvas ilustram o grau relativo de competitividade (ou atratividade para os consumidores) à medida que o desempenho da produção varia nesse critério. Critérios ganhadores de pedidos mostram um aumento constante e significativo em sua contribuição para a competitividade à medida que a operação se aperfeiçoa em consegui-los. Os objetivos qualificadores somente começam a dar muito de sua contribuição para a competitividade quando a operação consegue aumentar seu desempenho acima do nível qualificador. Os objetivos menos importantes têm pouco impacto sobre os consumidores, não importa quão bem a produção se desempenhe com relação a eles.

Influência dos concorrentes nos objetivos de desempenho

Os clientes têm claramente uma influência importante na prioridade dos objetivos de desempenho de uma operação produtiva, mas não são os únicos. Em alguns momentos, a produção também é influenciada pelas atividades dos concorrentes. Se, por exemplo, uma operação de entrega de pizzas a domicílio competir garantindo uma entrega rápida aos clientes em sua área, estará concentrando-se na velocidade de entrega, porque acredita que é isso que seus consumidores desejam. Contudo, se uma pizzaria concorrente oferecer entrega igualmente rápida junto com uma variedade

78 3. Também chamados fatores críticos de sucesso por alguns autores.

4. HILL, T. *Manufacturing strategy*. 2. ed. Macmillan, 1993.

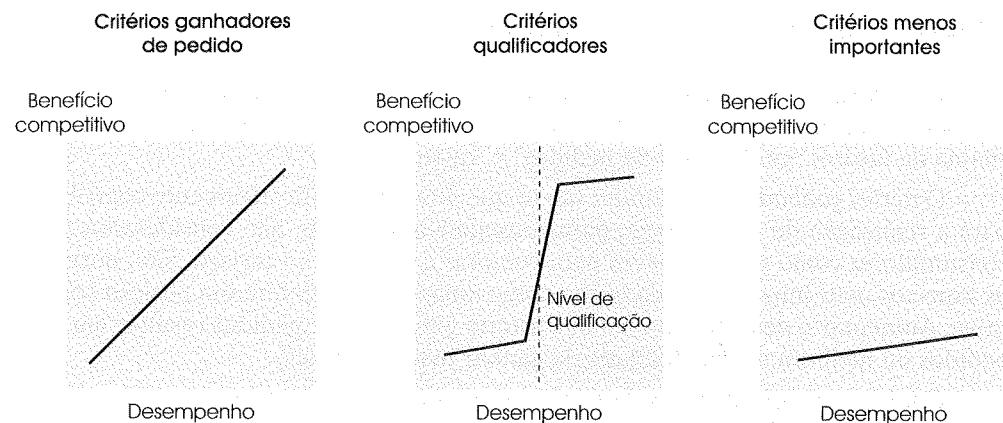


Figura 3.4 Critérios competitivos ganhadores de pedidos, qualificadores e menos importantes.

maior de *pizzas*, a produção da primeira poderia ficar preocupada em ampliar sua própria variedade. Suas prioridades podem deslocar-se de velocidade para desenvolvimento de flexibilidade, para oferecer uma gama suficientemente ampla de produtos, com o objetivo de igualar-se a seu concorrente.

Isso não significa que uma organização sempre procurará igualar os movimentos de seus concorrentes. A operação de *pizza* poderia ter respondido à gama ampliada de produtos de seu concorrente, deslocando suas prioridades para um fator competitivo totalmente diferente. Por exemplo, em vez de ampliar sua própria gama, poderia ter escolhido diminuir ainda mais seus tempos de entrega, de forma a capitalizar sua experiência em entrega rápida. Alternativamente, poderia ter escolhido uma direção competitiva completamente nova, como reduzir preços. A Figura 3.5 ilustra como essa organização poderia responder à atividade do concorrente e, com isso, como seus objetivos de desempenho poderiam mudar.

O principal ponto aqui é que, mesmo sem qualquer mudança direta nas preferências de seus consumidores, uma organização pode ter que mudar a forma como compete e, portanto, mudar a prioridade dos objetivos de desempenho que espera de sua produção. Alternativamente, uma organização pode escolher competir de uma forma diferente da de seus rivais para distinguir-se em sua posição competitiva.

Influência do ciclo de vida do produto/serviço⁵ nos objetivos de desempenho

Uma forma de generalizar o comportamento de clientes e concorrentes é associá-lo com o ciclo de vida dos produtos ou serviços que a operação está produzindo. Do momento em que é introduzido por uma empresa ao ponto em que os clientes não estão mais interessados em comprá-lo, um produto ou serviço passa através de diversas etapas distintas. Em cada etapa, a empresa experimentará desafios diferentes tanto na

5. Há muitas formas de tratar o ciclo de vida do produto. Veja, por exemplo, DOYLE, P. The realities of the product life cycle. *Quarterly Review of Marketing*, 1976.

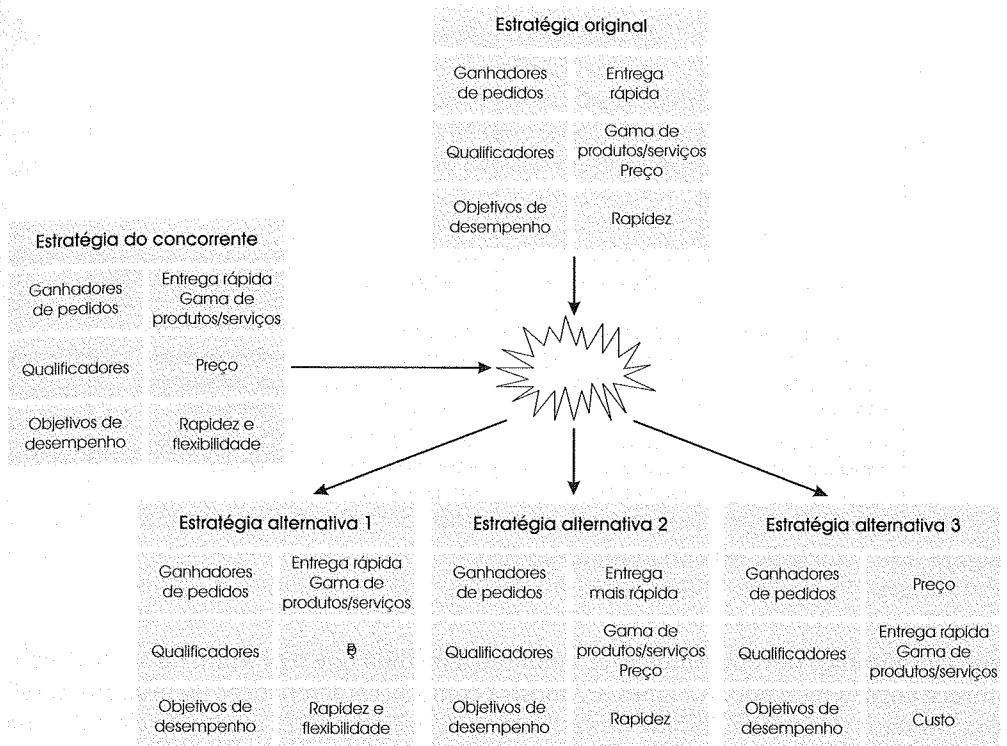


Figura 3.5 A atividade dos concorrentes pode afetar a importância relativa dos objetivos de desempenho.

venda como na produção do produto ou serviço. A forma exata das curvas de ciclo de vida do produto/serviço variará, mas geralmente são mostradas como a variação do volume de vendas ao longo dos quatro estágios – *introdução*, *crescimento*, *maturidade* e *declínio*. A Figura 3.6 mostra a forma geral da curva de ciclo de vida do produto/serviço.

O professor Phillip Kotler, bem conhecida autoridade em marketing, deriva quatro consequências do ciclo de vida do produto.⁶

1. Os produtos (ou serviços) têm vida limitada.
2. As vendas do produto (ou serviço) passam por quatro estágios distintos, cada um colocando diferentes desafios ao vendedor (e produtor).
3. Os lucros aumentam e diminuem nos diferentes estágios do ciclo de vida do produto.
4. Os produtos (e serviços) exigem diferentes estratégias de marketing, de finanças, de manufatura (ou de produção), de compras e de pessoal em cada etapa do ciclo de vida.

É o último ponto que é especialmente importante para todos os gerentes de produção. Implica que a forma como as operações devem ser administradas e os objetivos

6. KOTLER, P. *Administração de marketing*. 4. ed. Atlas, 1995.

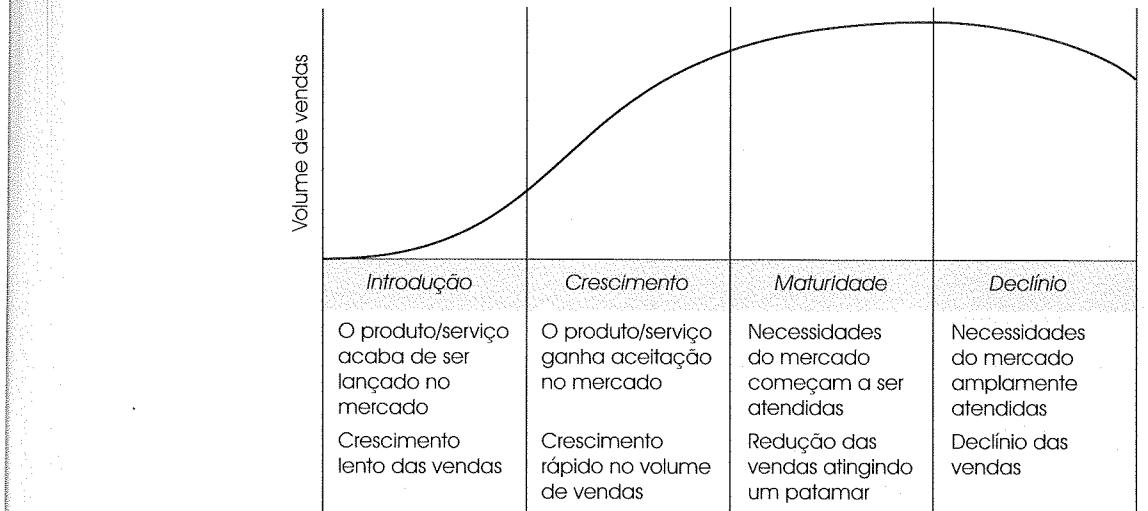


Figura 3.6 Ciclo de vida do produto/serviço.

que eles mesmos devem estabelecer mudarão à medida que o produto ou serviço amadurece em seu mercado. A Figura 3.7 mostra como as características do produto/serviço e do setor têm probabilidade de variar através das diferentes etapas do ciclo de vida do produto/serviço.



Figura 3.7 Efeitos do ciclo de vida do produto/serviço na organização.

Áreas de decisão estratégica de operações

Além de determinar quais são os objetivos de desempenho mais significativos, a outra característica de uma estratégia de operações é que ela estabelece a direção geral para cada uma das principais áreas de decisão da produção.⁷

Estratégias estruturais e infra-estruturais

Uma distinção comum em estratégia de produção é que ela se divide em decisões estratégicas que determinam a estrutura da produção e decisões estratégicas que determinam sua infra-estrutura. As áreas de estratégia estrutural de uma operação produtiva são as que influenciam principalmente as atividades de projeto, enquanto as áreas de estratégia infra-estrutural são as que influenciam as atividades de planejamento, controle e melhoria. Esta distinção em estratégia de operações foi comparada àquela entre *hardware* e *software* em um sistema de computadores.⁸ O *hardware* de um computador estabelece limites para o que ele pode fazer. Alguns computadores, devido a sua tecnologia e arquitetura, são capazes de desempenho melhor do que outros, embora esses computadores com alto desempenho em geral sejam mais caros. De forma similar, investir em tecnologia avançada ou construir mais ou melhores instalações pode aumentar a capacitação potencial de qualquer tipo de operação. Dentro dos limites das capacitações impostas pelo *hardware* de um computador, o *software* determina na prática o grau de eficácia real do computador. O computador mais potente somente pode funcionar com todo seu potencial se seu *software* for capaz de explorar o potencial existente em seu *hardware*. O mesmo princípio aplica-se às operações. As melhores e mais caras instalações e tecnologia somente serão eficazes se a produção também possuir uma infra-estrutura adequada que governa a forma como a produção funcionará no dia-a-dia.

A estratégia de produção influencia as atividades da gestão de produção

Este não é um livro sobre estratégia de produção. É um livro sobre gestão de produção, embora tente considerar uma “perspectiva estratégica” do assunto. Por isso, não trataremos pormenorizadamente das áreas de decisão estratégicas que acabamos de identificar. É importante, entretanto, entender o objetivo dessas áreas de decisão na gestão de produção. Uma estratégia existe para prover o direcionamento global para a tomada de decisão na produção, mas (normalmente) não responde às perguntas mais detalhadas ou específicas.

A estratégia de produção influencia os objetivos de desempenho

Até certo ponto, todas as decisões tomadas em todas as áreas de decisão estratégica exercerão alguma influência sobre todos os objetivos de desempenho da operação.

7. SKINNER, W. *Manufacturing: the formidable competitive weapon*. John Wiley, 1985.

8. HAYES, R. H., WHEELWRIGHT, S. C. *Restoring our competitive edge*. Aug. 1984.

Algumas estratégias, entretanto, têm influência especial em certos objetivos. A Tabela 3.1 assinala os objetivos que são especialmente influenciados pelas estratégias individuais (lembremos que os vínculos importantes entre estratégias e objetivos dependem também do tipo de produção e das circunstâncias em que se encontra).

Tabela 3.1 *Estratégias com um efeito especialmente significativo sobre objetivos de desempenho específicos.*

	Qualidade	Rapidez	Confiabilidade	Flexibilidade	Custo
Estratégia de desenvolvimento de novos produtos/serviços	✓				✓
Estratégia de integração vertical		✓	✓		✓
Estratégia de instalações	✓	✓	✓	✓	✓
Estratégia de tecnologia	✓			✓	✓
Estratégia de força de trabalho e organização	✓			✓	✓
Estratégia de ajuste de capacidade	✓			✓	✓
Estratégia de desenvolvimento de fornecedores	✓		✓		✓
Estratégia de estoques		✓	✓		✓
Estratégia de sistemas de planejamento e controle		✓	✓		✓
Estratégia do processo de melhoria	✓	✓	✓	✓	✓
Estratégia de prevenção e recuperação de falhas	✓		✓		✓

Resumo

- A estratégia de uma organização ou de parte de uma organização é o padrão global de decisões e ações que posicionam a organização em seu ambiente. Dentro desta definição de estratégia, podemos identificar diferentes níveis que constituem a hierarquia de estratégias.
- A estratégia corporativa define os objetivos para seus diferentes negócios. A estratégia do negócio define os objetivos para suas diversas funções ou partes. A estratégia funcional define os objetivos para a contribuição das funções à estratégia do negócio;
- Na função produção, também pode haver diversas unidades ou microoperações. Cada uma delas pode ter uma estratégia de produção que identifica como a microoperação vai contribuir para a estratégia de produção da macrooperação.
- Em nível da estratégia de produção das macrooperações, as decisões podem ser divididas naquelas que definem o conteúdo da estratégia e naquelas que indicam o processo como a estratégia deve ser formulada.
- O conteúdo de uma estratégia de produção trata da importância relativa dos objetivos de desempenho para a produção. Isto é influenciado pelos grupos de clientes específicos da organização, pelas atividades de seus concorrentes e pela etapa em que se encontram seus produtos e serviços em seu ciclo de vida.

- O conteúdo de uma estratégia de produção também diz respeito à orientação geral dada à tomada de decisão na produção. Faz isto formulando diversas estratégias que tratam com projeto, planejamento e controle e melhoria.

Questões para discussão

1. Explique a diferença entre estratégia corporativa, estratégia do negócio e estratégia funcional.
2. Explique como uma filial de uma grande cadeia de supermercados pode:
 - a. contribuir diretamente aos objetivos estratégicos de toda a empresa;
 - b. ajudar outras partes da empresa a contribuir.
3. Identifique o que você pensa que podem ser objetivos ganhadores de pedidos, qualificadores e menos importantes para uma loja de música que vende discos, fitas e CD's. Discuta como a organização pode mudar sua operação, focalizando os objetivos mais importantes para ter uma vantagem no mercado.
4. Assumindo que os aparelhos de videocassete (VCRs) estejam no estágio de maturidade de seu ciclo de vida, como os principais objetivos de desempenho de um fabricante de aparelhos de videocassete podem ter mudado ao longo do ciclo até agora.
5. Para organizações que fornecem os seguintes produtos ou prestam os seguintes serviços, o que você acha que poderiam ser os fatores ganhadores de pedidos e os qualificadores?
 - Uma imobiliária
 - Livros-textos escolares
 - Peças em alumínio extrudado
 - Serviços de contabilidade
 - Máquinas de lavar industriais.
6. Muitos fabricantes japoneses basearam seu sucesso em produtos que eram considerados em seu estágio “maduro”, como automóveis e televisores. Como conseguiram revitalizar os mercados para esses produtos e qual é o papel da gestão de produção nisto?
7. Desenhe uma lista de estratégias de projeto, planejamento e controle e melhoria para as seguintes operações:
 - uma empresa de aluguel de televisores;
 - uma instalação de reparos em navios;
 - Euro Disney;
 - uma rede nacional de ferrovias.

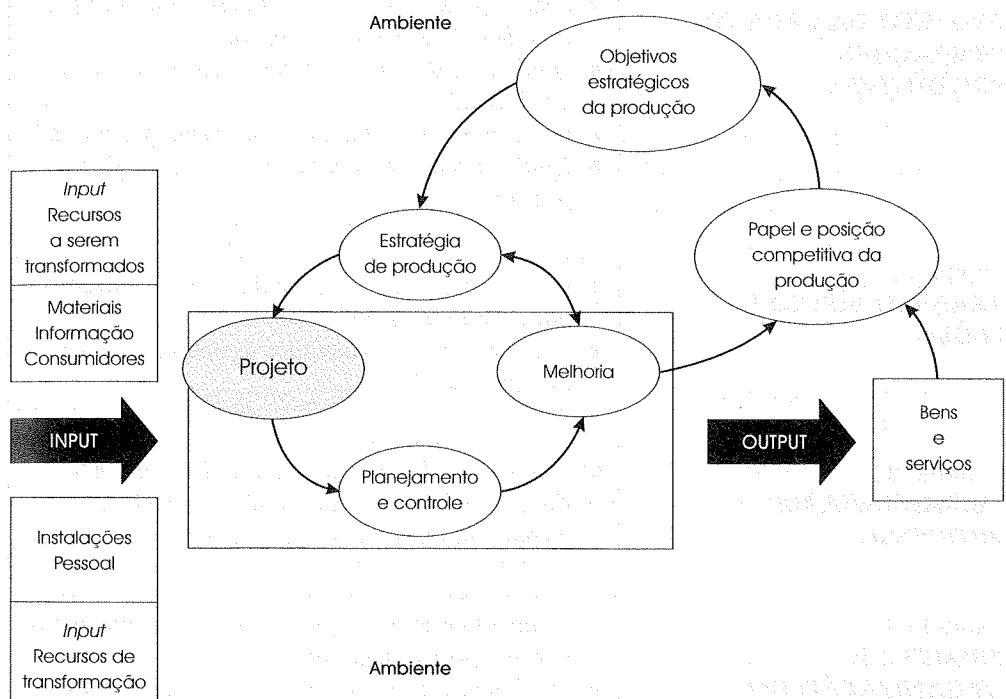
Leituras complementares selecionadas

BERRY, W. L., HILL, T. Linking systems to strategy. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 10, 1992.

- CROOM-MORGAN, S. Managing external resources: strategic positioning and organizational capability. In: PLATTS, K.W., GREGORY, M. J., NEELY, A. D. (Orgs.). *Operations strategy and performance*. European Operations Management Association, Cambridge University, 1994.
- DAVIDOW, W. H., UTTAL, B. Service companies: focus or falter. *Harvard Business Review*, v. 67, July/Aug. 1989.
- HAYES, R. H., WHEELWRIGHT, S. C. *Restoring our competitive edge*. John Wiley, 1984. Cap. 2.
- HAYES, R. H., WHEELWRIGHT, S. C., CLARK, K. B. *Dynamic manufacturing*. Free Press, 1988. Cap. 1 e 2.
- HILL, T. *Manufacturing strategy*. 2. ed. Macmillan, 1993. Cap. 2 e 3.
- KINNIE, N. J., STAUGHTON, R. V. W., DAVIES, E. H. Changing manufacturing strategy: some approaches and experiences. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 7/8, 1992.
- LINDBERG, P. Strategic manufacturing management: a proactive approach. *International Journal of Operations and Production management*, v. 10, nº 2, 1990.
- LINDBERG, P., TRYGG, L. Manufacturing strategy in the value system. *International Journal of Operations and Production management*, v. 11, nº 3, 1991.
- NEW, C. World class manufacturing versus strategic trade-offs. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 4, 1992.
- NICHOLSON, T. A. J. Strategy and the shop floor: a one-way initiative? *International Journal of Operations and Production Management*, v. 11, nº 3, 1991.
- ROTH, A. V. Global manufacturing strategies. In: PLATTS, K. W., GREGORY, M. J., NEALEY, A. D. (Orgs.). *Operations strategy and performance*. European Operations Management Association, Cambridge University, 1994.
- SAMSON, D. *Manufacturing and operations strategy*. Prentice Hall, Cap. 1. 1991.
- SLACK, N. *Vantagem competitiva em manufatura*. Atlas, 1993.
- STOGAUBH, R., TELESIO, P. Match manufacturing policies and products strategies. *Harvard Business Review*, v. 61, Mar./Apr. 1983.
- SWEENEY, M. T. Towards a unified theory of strategic manufacturing management. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 11, nº 8, 1991.
- VOSS, C. A. *Manufacturing strategy*. Chapman, Hall, Parte 4, 1992.
- WOODCOCK, D. J. Measuring strategic control and improvement in manufacturing. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, nº 5, 1989.

Parte II

PROJETO



Esta parte do livro aborda o projeto de produtos e serviços bem como o projeto dos processos que os produzem. No nível mais estratégico, projeto de processos significa projetar a rede de operações produtiva que faz produtos e serviços para o consumidor. Em um nível mais operacional projeto de processos significa o arranjo físico das instalações, tecnologia e pessoal de produção.

PROJETO EM GESTÃO DA PRODUÇÃO

Capítulo 4 PROJETO EM GESTÃO DE PRODUÇÃO

QUESTÕES-CHAVES DA PRODUÇÃO

- Como é organizada a atividade de projeto?
- Como escolhemos entre projetos alternativos?
- Como o volume e a variedade afetam a atividade de projeto?

Capítulo 5 PROJETO DE PRODUTOS E SERVIÇOS

- Quais decisões precisam ser tomadas em cada estágio no projeto de produtos e serviços?
- Como se pode unir projeto de produto ou serviço e projeto de processo para acelerar o lançamento no mercado?

Capítulo 6 PROJETO DA REDE DE OPERAÇÕES PRODUTIVAS

- Uma organização deve considerar uma perspectiva de rede de suprimentos total?
- Qual parte da rede deve pertencer à operação produtiva?
- Onde deve ser localizada a operação produtiva?
- Qual capacidade uma fábrica deve planejar possuir?

Capítulo 7 ARRANJO FÍSICO E FLUXO

- Qual tipo de arranjo físico deve ser escolhido para uma operação?
- Como devem ser projetados os detalhes de um arranjo físico?

Capítulo 8 TECNOLOGIA DE PROCESSO

- Quais tipos de tecnologia estão disponíveis?
- Como o volume e a variedade influenciam a escolha da tecnologia de processo?

Capítulo 9 PROJETO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

- O que os gerentes de produção devem considerar quando projetam os cargos?
- Qual abordagem para projeto do trabalho os gerentes devem utilizar?

INTRODUÇÃO

A imagem mais amplamente difundida de um projetista é a de alguém que está preocupado com a aparência de um produto – um projetista (ou *designer*) de moda ou de automóvel, por exemplo. A atividade de projeto, entretanto, vai além deste aspecto estrito. Na realidade, todos os gerentes de produção são projetistas. Muitas de suas decisões do dia-a-dia formam o projeto dos processos que gerenciam e isto influencia os produtos e serviços que produzem. A compra de todas as máquinas de equipamentos é uma decisão de projeto, porque afeta a forma física e a natureza da produção.

Analogamente, cada vez que uma máquina ou equipamento é movida ou um método é melhorado, ou um aspecto de responsabilidade do pessoal é mudado, o projeto da operação produtiva é modificado. Os gerentes de produção também têm uma influência importante no projeto

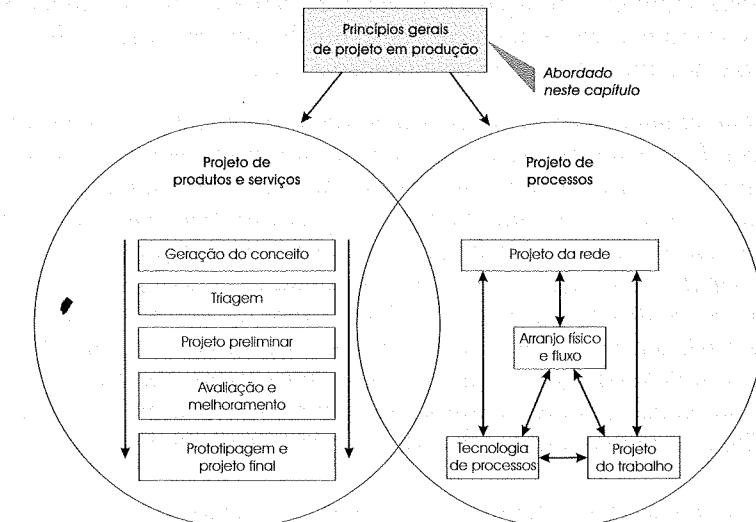


Figura 4.1 Atividades de projeto em gestão de produção abordadas neste capítulo.

“técnico” dos produtos e serviços que produzem, ao fornecerem grande parte das informações necessárias para seu projeto, bem como ao fornecerem os sistemas que os produzem. Por este motivo os gerentes de produção não podem dar-se ao luxo de ignorar princípios básicos de projeto, independentemente de se tratar do projeto de um produto, serviço ou processo. Este capítulo serve como uma introdução para a Parte II deste livro, que aborda os principais assuntos relativos à atividade de projeto em administração de produção. Isto inclui tanto o projeto de produtos e serviços como o projeto dos processos que os produzem. A Figura 4.1 mostra os assuntos cobertos na Parte II e como eles se relacionam entre si.

OBJETIVOS

Este capítulo examina:

- a natureza e o objetivo da atividade de projeto em operações produtivas;
- a forma como satisfazer os clientes deve ser sempre o objetivo da atividade de projeto;
- a gestão da atividade de projeto;
- a forma como o conjunto de opções de projeto se afunila durante a atividade de projeto;
- como se pode conduzir o projeto para que seja um processo de tomada de decisão;
- os efeitos de volume e variedade no projeto.

Que é projeto?

Não existe nenhuma definição de “projeto” reconhecida universalmente; diferentes especialistas usam às vezes definições bastante diferentes. Nossa visão do significado de projeto é descrita claramente pela citação a seguir.

“Em minha definição, projeto é o processo conceitual através do qual algumas exigências funcionais de pessoas, individualmente ou em massa, são satisfeitas através do uso de um produto ou de um sistema que deriva da tradução física do conceito. Como exemplos de produtos individuais que satisfazem uma necessidade pública ou de mercado temos o automóvel, a televisão e o rádio, a geladeira e a lavadora de pratos, sapatos e meias, e fraldas para bebês, mas também a pintura, a escultura, a música e as muitas outras manifestações de expressão do artista etc.; e como sistemas há o telefone e a ferrovia, a rodovia e o supermercado, a orquestra, o fornecimento de utilidades (gás, água e eletricidade) e assim por diante.” (Sir Monty Finniston: palestra proferida durante o Congresso do Departamento de Educação e Ciência do Reino Unido, Loughborough University, 1987.)¹

1. Sir Monty Finniston (1987). Palestra do Congresso do Department of Education and Science, Loughborough University, Reino Unido, 1987. Citado em NORMAN, E. RILEY J., URRY, S. WHITACKER, M. *Advanced design and technology*. Londres : Longman, 1990.

Os pontos importantes que podem ser extraídos desta descrição de projeto são os seguintes:

- O objetivo da atividade de projeto é *satisfazer as necessidades dos consumidores*.
- A atividade de projeto aplica-se tanto a *produtos* (ou *serviços*) como a *sistemas* (que chamamos *processos*).
- A atividade de projeto é em si mesma um *processo de transformação*.
- O projeto começa com um *conceito* e termina na tradução desse conceito em uma *especificação* de algo que pode ser produzido.

A Tabela 4.1 ilustra a forma como cada objetivo de desempenho de uma operação produtiva é afetado pelo projeto de produtos e serviços e pelo projeto do processo que os produz.

Tabela 4.1 *Impacto do projeto de produto/serviço e processo nos objetivos de desempenho.*

Objetivo de desempenho	Influência de bom projeto de produto/serviço	Influência de bom projeto de processo
Qualidade	Pode eliminar pontos falhos potenciais e aspectos “propensos a erros” do produto ou serviço	Pode prover os recursos adequados que são capazes de produzir o produto ou serviço conforme suas especificações de projeto
Rapidez	Pode especificar produtos que podem ser feitos rapidamente (por exemplo, usando princípios de projeto modular) ou serviços que evitam demoras desnecessárias	Pode movimentar materiais, informações ou clientes através de cada estágio do processo, sem demoras
Confiabilidade	Pode ajudar a tornar previsível cada estágio do processo ao exigir processos padronizados e previsíveis	Pode fornecer tecnologia e pessoal que são intrinsecamente confiáveis
Flexibilidade	Pode permitir variações que proporcionam uma gama de produtos ou serviços oferecidos aos clientes	Pode prover recursos que podem ser modificados rapidamente de forma a criar uma gama de produtos ou serviços
Custo	Pode reduzir custos de cada peça componente do produto ou serviço e também reduzir o custo de combiná-los	Pode assegurar alta utilização de recursos e, portanto, processos eficientes e de baixo custo

TECNOLOGIA COM PROBLEMAS²

Entender mal as necessidades dos consumidores e introduzi-las mal no projeto pode causar problemas que somente surgem depois que o produto ou serviço está em uso. Isto pode ser especialmente verdade quando os projetistas estão motivados somente pelas possibilidades excitantes que uma nova tecnologia oferece. Por exemplo, muitos dos assim chamados "edifícios inteligentes" que usam exclusivamente tecnologia de informação sofreram sérios problemas iniciais. Um edifício adotou "persianas inteligentes" em suas janelas. Esperava-se que subissem e descessem em resposta à quantidade de luz solar que incidisse sobre a janela. A iluminação exterior era amostrada de sete em sete minutos. Em um dia ensolarado esperava-se que as persianas permanecessem embaixo e quando havia nuvens ficariam na parte superior para deixar passar mais luz. Infelizmente, quando o sol passava atrás de uma pequena nuvem, as persianas podiam subir e ficar lá por sete minutos. Em dias com nuvens intermitentes, as persianas subiam e desciam o tempo todo, causando aborrecimento do pessoal, especialmente os que usavam vídeos de computador. O problema foi "resolvido" com o empilhamento de livros na parte inferior das persianas, até que os motores arrebentaram. Outro edifício possuía salas de conferência nas quais as luzes eram ativadas por sensores no forro, que reagiam a movimento e calor. As luzes acendiam-se automaticamente quando as pessoas entravam na sala. Infelizmente, este era o único mecanismo através do qual as luzes se acendiam ou apagavam, de forma que se alguém queria mostrar slides, todos na sala deveriam sentar-se quietos até que as luzes se apgassem.

A BOEING TRAZ SEUS PASSAGEIROS A BORDO NO PROCESSO DE PROJETAR AERONAVES³

Provavelmente, o avião de passageiros mais inovador a entrar em serviço nos últimos anos foi o Boeing 777. O projeto do 777 foi lançado em outubro de 1990, com o objetivo de criar um novo avião bimotor, na categoria de mais de 300 assentos, para competir com modelos da McDonnell e Airbus. A existência de produtos concorrentes estabelecidos é importante. Quando a Boeing desenvolveu o avião a jato "Jumbo" 747, não tinha concorrentes diretos. Os clientes da empresa ou queriam o produto ou não. Não ocorreu a mesma coisa com o 777; a Boeing sabia que devia considerar as exigências dos consumidores. A empresa deveria tomar um novo rumo – entender as necessidades dos consumidores e então transformá-las em um avião capaz de atender a essas necessidades da melhor forma possível. Além disso, a Boeing e as companhias aéreas precisavam entender como o avião operaria na prática.

A Boeing sempre manteve relacionamento próximo com seus clientes, mas este projeto exigia ouvir e compreendê-lo profundamente. Inicialmente, oito grandes clientes potenciais (incluindo British Airways, Japan Airlines e Qantas)

foram convidadas a participar da criação dos conceitos de projeto: efetivamente, começar com uma folha de papel em branco e terminar com uma configuração totalmente especificada. Logo, ficou claro que os clientes realmente tinham exigências importantes, e a mais vital era a de que o avião deveria ser cerca de 25% mais largo do que o 767. Na realidade, a Boeing originalmente havia desejado fazer mais longa a fuselagem do 767 para obter capacidade extra, evitando assim alguns dos custos envolvidos em uma fuselagem completamente nova. Os clientes também queriam muito mais flexibilidade na configuração do espaço dos passageiros. O espaço de uma cabine convencional era dividido em seções, separadas por cozinhas e banheiros fixas em posições predeterminadas. Este arranjo fixava efetivamente a proporção entre as capacidades de passageiros em cada classe. Contudo, todas as companhias aéreas haviam indicado que queriam ser capazes de configurar a cabine às suas necessidades diárias. Se pudessem fazer isso, nunca precisariam recusar passageiros e consequentemente a valiosa receita da classe executiva. Finalmente, as companhias aéreas insistiram que o novo projeto deveria estar isento do nível usual de pequenas, mas irritantes falhas que perturbam as operações de alguns dos outros aviões.

A Boeing atendeu às exigências de seus clientes e até superou-as em alguns aspectos. (Por exemplo, os lavatórios e cozinhas podem ser fisicamente mudados de lugar para alterar a proporção de assentos entre as diversas classes (primeira, executiva e econômica).) Conseguiram isso usando equipes de projeto/construção (um conceito semelhante ao princípio de projeto interativo descrito no Capítulo 5) e um sistema de CAD (projeto auxiliado por computador) especialmente poderoso (o CAD é descrito no Capítulo 5). Da mesma importância, entretanto, foi o envolvimento próximo dos clientes desde o início do projeto. Estes contribuíram com algumas boas sugestões. Por exemplo, uma companhia aérea sugeriu um novo arranjo físico para a cozinha traseira, o que permitiu incluir doze assentos extras no avião.

PROJETO DE PRODUTOS/SERVIÇOS E PROJETO DE PROCESSOS ESTÃO INTER-RELACIONADOS

Freqüentemente, trataremos o projeto de produtos e serviços por um lado e o projeto dos processos que os produzem por outro, como se fossem atividades separadas. Na prática, entretanto, eles são (ou deveriam ser) claramente inter-relacionados. Seria tolice envolver uma organização no projeto detalhado de um produto ou serviço sem alguma consideração sobre o modo como deve ser produzido. Pequenas mudanças no projeto de produtos e serviços podem ter consequências profundas e dispendiosas para o modo como a produção deve fazê-los. Analogamente, o projeto de um processo pode restringir a liberdade dos projetistas de produto e serviço de operarem como desejarem.

A SOBREPOSIÇÃO TORNOU-SE IMPORTANTE EM OPERAÇÕES DE MANUFATURA

Esta inter-relação significa que o projeto de produtos e serviços e o projeto de processos deveriam ser considerados como atividades que se sobreponem. Principal-

2. Fonte: *Times*, 16 jul. 1993.

3. Fontes: WHEATLEY, M. Boeing, *Business Life*, Dec./Jan. 1994/94.

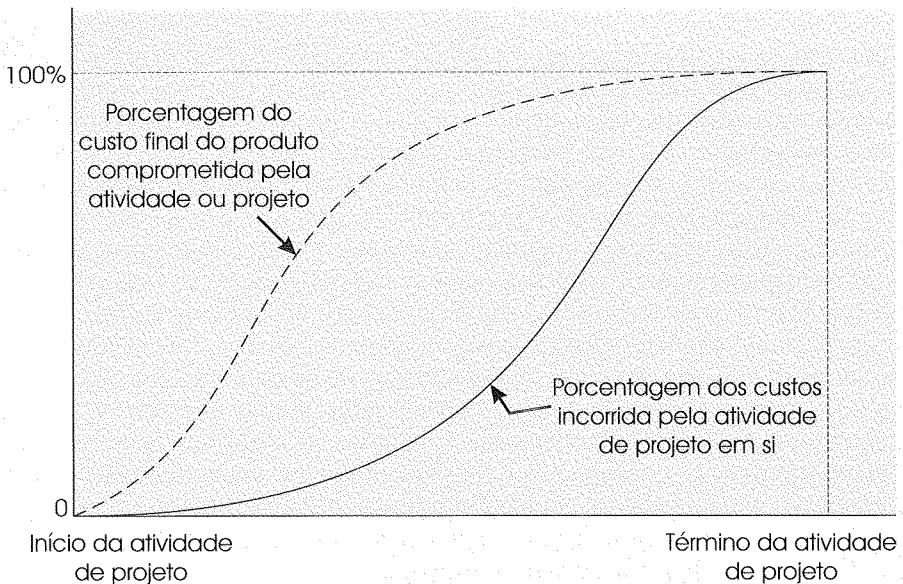
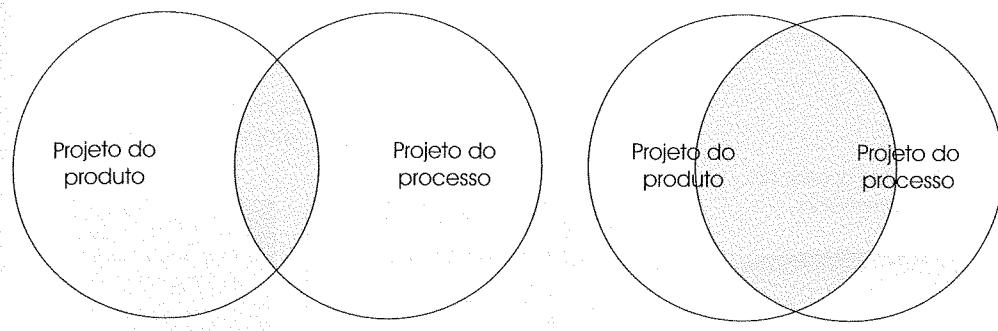


Figura 4.2 As decisões tomadas relativamente no início da atividade de projeto comprometerão a operação a incorrer em custos posteriores.

mente na manufatura foram realizados recentemente esforços consideráveis para examinar essa sobreposição. Provavelmente existem duas razões para isso. A primeira é o reconhecimento crescente de que o projeto de produtos tem um efeito importante no custo de sua produção. Muitas das decisões tomadas durante o projeto de produtos (por exemplo, escolher o material do qual o produto é feito ou o modo como os vários componentes são fixados ou a forma geral do produto e as tolerâncias com as quais deve ser feito) definirão grande parte de seu custo de produção. A Figura 4.2 mostra como os custos do próprio processo de projeto crescem muito lentamente, especialmente no início da atividade de projeto, mas os custos aos quais o projeto está comprometendo a organização crescem muito rapidamente. Faz sentido, portanto, avaliar as diversas opções com as quais o projetista se depara em termos de seu efeito no custo de manufatura, bem como na funcionalidade do próprio produto. Em segundo lugar, o modo como é gerenciada a sobreposição entre o projeto de produto ou serviço e o projeto de processo tem um efeito significativo sobre o tempo que decorre entre a concepção inicial do produto e serviço e seu lançamento no mercado. Uma transição efetiva e suave entre o projeto de produto/serviço e o projeto de processo ajuda a reduzir seu “tempo até o lançamento” (*time-to-market*) e permite, portanto, que produtos e serviços sejam fornecidos aos consumidores antes da concorrência. Isto será discutido com mais profundidade no Capítulo 5.

A SOBREPOSIÇÃO É MAIOR EM SERVIÇOS

Os benefícios de reunir as atividades de projeto de “produto” e processo mantêm-se válidos tanto na produção de produtos como na de serviços. A sobreposição das duas atividades é, entretanto, geralmente maior em operações que produzem serviços. Afinal, muitos serviços envolvem o cliente fazendo-o tomar parte no processo de transformação. A natureza e aparência do serviço, em termos do que o cliente vê, não pode ser



É benéfico sobrepor as atividades de projeto de produto e de processo em operações de manufatura

Na maior parte dos serviços, a sobreposição de projeto do serviço e do processo está implícita na natureza do serviço

Figura 4.3 É benéfico sobrepor as atividades de projeto de produto e de processo em operações de manufatura. Na maior parte dos serviços, entretanto, a sobreposição de projeto do serviço e do processo está implícita na natureza do serviço.

separada do processo ao qual o cliente está submetido. Obviamente, nem todos os processos em uma operação de serviços envolvem o cliente. A parte da retaguarda (veja Capítulo 1) terá processos que podem ser projetados, até certo ponto, separadamente do projeto do serviço em si. Na maior parte, entretanto, o projeto de um serviço é difícil de separar do processo que o produz (veja Figura 4.3).

As dificuldades da sobreposição das duas atividades de projeto de produto e projeto de processo têm consequências para o modo como a atividade de projeto é organizada, como será discutido no Capítulo 5. Certamente, quando os projetistas de produto também têm que fazer ou usar as coisas que projetam, podem concentrar-se melhor no que é importante. Por exemplo, nos primeiros dias de vôo, os engenheiros de projeto que projetaram o avião eram também pilotos de teste. Por esta razão, se não outra, a segurança foi um objetivo significativo na atividade de projeto.

A atividade de projeto evolui da concepção à especificação

Projetos totalmente especificados, que definem totalmente cada parte ou atividade, não surgem completamente formados da imaginação do projetista. Um projeto inicia-se como uma idéia mais geral, mal definida, mesmo vaga, do que poderia ser uma solução adequada para uma necessidade sentida. Com o tempo essa idéia original, ou “concepção”, é refinada e progressivamente detalhada até que contenha informação suficiente para ser transformada no produto, serviço ou processo real. A evolução da concepção à especificação detalhada pode ser dividida em etapas (o Capítulo 5 divide o processo em seis etapas). Isto tem duas consequências importantes.

A primeira é que a cada etapa, quando é tomada uma decisão sobre o projeto, a decisão reduz o número de opções que continuarão disponíveis na atividade de projeto. Por exemplo, se um projetista decidir fazer a carcaça externa de uma câmera fotográfica em alumínio em vez de plástico, o custo para realizar essa decisão poderia ser

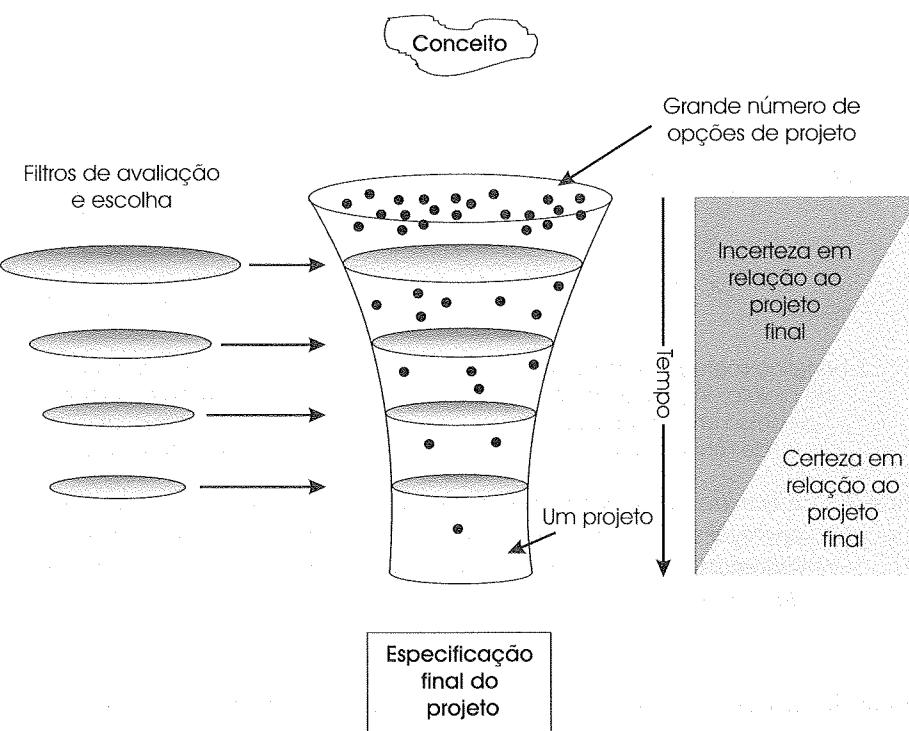


Figura 4.4 O projeto envolve a redução progressiva do número de alternativas até que o projeto final seja obtido.

relativamente pequeno. O fato de a decisão ter sido tomada em favor do alumínio, entretanto, limita decisões que ainda teriam que ser tomadas, como o tamanho e a forma geral da carcaça, o modo como o corpo é montado e o modo como a camada exterior é ligada à carcaça. A decisão de fazer a carcaça em alumínio comprometeu, portanto, o projetista com opções específicas do processo, por ter “filtrado” as outras opções. Isto significa que a incerteza em torno do projeto se reduz à medida que diminui o número de projetos alternativos considerados pelos projetistas. Na realidade, a atividade de projeto pode ser considerada uma atividade que reduz progressivamente a incerteza com relação ao produto, serviço ou processo (veja Figura 4.4).

A segunda consequência da evolução da concepção à especificação detalhada diz respeito ao custo de os projetistas mudarem suas concepções a respeito de algum detalhe do projeto. Na maior parte das etapas de projeto, o custo de mudar uma decisão implica a necessidade de algum tipo de repensar e recalcular os custos da consequência da mudança. Ainda no início da atividade de projeto, antes que demasiadas decisões fundamentais tenham sido tomadas, os custos de mudança são relativamente baixos. Rapidamente, entretanto, à medida que o projeto progride, as decisões inter-relacionadas e cumulativas que são tomadas tornam-se cada vez mais dispendiosas para serem mudadas. A Figura 4.5 mostra os custos relativos de mudança no projeto, através do processo de projeto, para um projeto típico. O custo das mudanças nas etapas finais do processo é claramente muito maior do que nas iniciais.

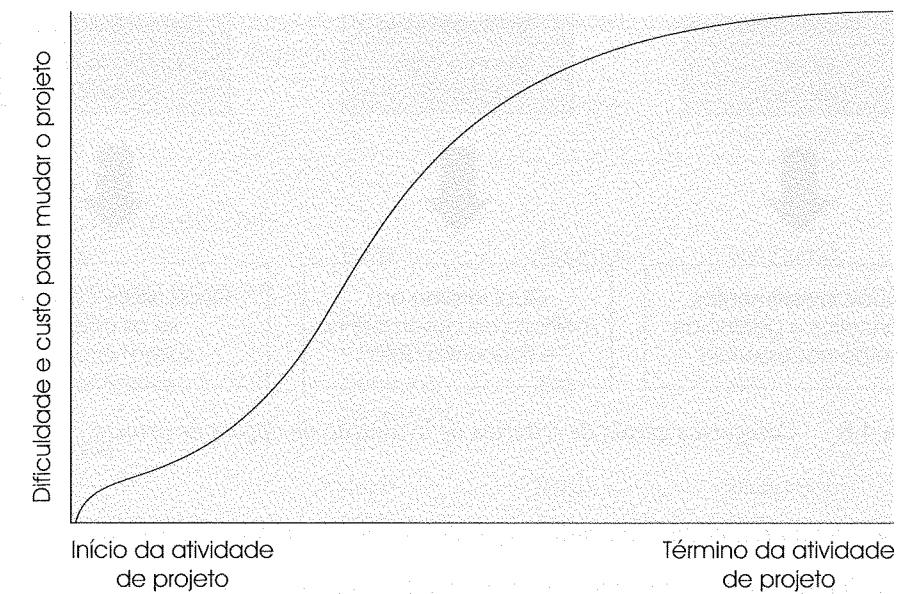


Figura 4.5 A mudança de decisões de projeto torna-se cada vez mais dispendiosa à medida que o projeto avança.

O PROJETO ENVOLVE A IDENTIFICAÇÃO DE OPÇÕES

A incerteza na atividade de projeto é reduzida à medida que o projeto evolui da concepção à especificação, com os projetistas escolhendo entre caminhos alternativos para atingir os objetivos do projeto. Em cada etapa do projeto de produtos, serviços ou processos, até a etapa final, os projetistas defrontam-se com opções. Algumas vezes, a gama de opções é estreita. Pode ser sim ou não. Por exemplo, “Devemos ir adiante com o reprojeto do hotel ou não?” Outras vezes a gama de opções é quase infinita: por exemplo, “Com que espessura devemos fabricar a proteção de um reator nuclear?” É possível qualquer espessura entre zero e muito espesso, com diferentes consequências para a segurança e o custo. Não importa se há duas ou um número infinito de possibilidades, o ponto importante é reconhecer que sempre há opções.

O PROJETO ENVOLVE A AVALIAÇÃO DE OPÇÕES

Avaliação em projeto significa avaliar o valor ou a importância de cada opção do projeto, de forma que possa ser escolhida uma. Isto inclui avaliar cada opção em relação a alguns critérios de projeto. Embora os critérios usados em um exercício específico de projeto dependam da natureza e das circunstâncias do exercício, é útil pensar em termos de três categorias de critérios de projeto.⁴

- A viabilidade da opção de projeto – podemos fazê-la?
- A aceitabilidade da opção de projeto – queremos fazê-la?

4. COOKE, S. SLACK, N. *Making management decisions*. 2. ed. Englewood-Cliffs : Prentice-Hall, 1991.

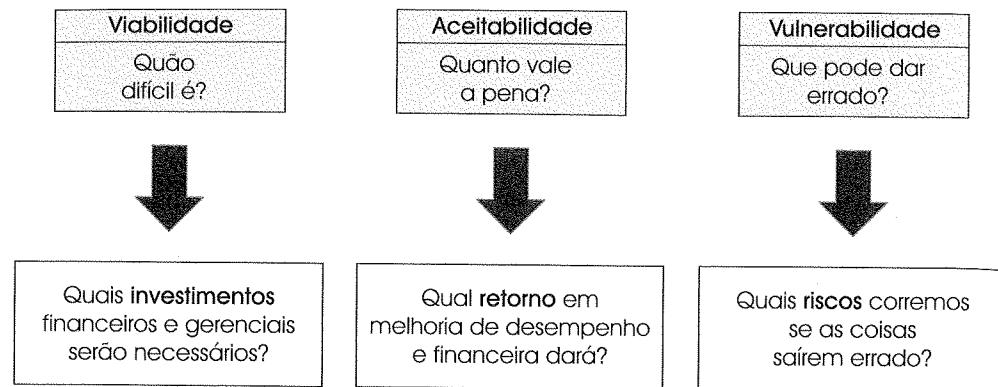


Figura 4.6 Categorias gerais de critérios de avaliação de opções de projeto.

- A **vulnerabilidade** de cada opção de projeto – queremos correr o risco?

A viabilidade de uma opção de projeto indica o grau de dificuldade em adotá-la e deveria avaliar o *investimento* em tempo, esforço e dinheiro que seria necessário. A aceitabilidade de uma opção de projeto avalia quão bem essa opção leva o projeto em direção a seus objetivos. É o *retorno* ou benefício que o projeto obtém com a escolha da opção. A vulnerabilidade de uma opção de projeto é o grau em que as coisas poderiam sair errado se essa opção fosse escolhida. É o *risco* que os projetistas correm ao escolher uma opção. A Figura 4.6 ilustra esta classificação de critérios de projeto.

As questões-chaves para avaliar a viabilidade de uma opção de projeto incluem:

- Temos as habilidades (qualidade dos recursos) para realizar essa opção?
- Temos a capacidade organizacional (quantidade de recursos) para realizar essa opção?
- Temos os recursos financeiros para realizar essa opção?

As questões-chaves para avaliar a aceitabilidade de uma opção de projeto são:

- A opção satisfaz os critérios de desempenho que o projeto está tentando atingir? (Estes serão diferentes para projetos diferentes.)
- A opção dá um retorno financeiro satisfatório?

As questões-chaves para avaliar a vulnerabilidade de uma opção de projeto incluem:

- Entendemos todas as consequências da adoção da opção?
- Sendo pessimista, o que poderia “sair errado” se adotássemos a opção? Quais seriam as consequências se tudo saísse errado? (Isto é chamado de “risco de insucesso” de uma opção.)

Tabela 4.2 Uso dos critérios de viabilidade, aceitabilidade e vulnerabilidade para avaliar opções de projeto.

Critérios	Aço carbono	Alumínio	Plástico reforçado com fibra de vidro
Viabilidade			
Habilidades no trabalho com o material	Boas	Algumas	Nenhuma
Capacitação para lidar com mudanças	Sem mudanças	Sim	Sim
Recursos financeiros	Nenhum necessário	Sim	Sim
Aceitabilidade			
Peso	Ruim	Bom	Muito bom
Resistência ao impacto	Muito boa	Boa	Ruim
Durabilidade	Muito boa	Boa	Ruim
Aparência	OK	Boa	OK
Facilidade de fabricação	Boa	OK	OK
Custo unitário	100	160	145
Adicional no preço	0	80%	50%
Potencial de aumento de vendas	0	30%	25%
Retorno sobre o investimento – ROI	–	19%	11%
Vulnerabilidade			
Risco de problemas de manufatura	Nenhum – atual	Médio	Médio
Risco de baixa reação do mercado	Alto	Baixo	Médio
Avaliação de risco de insucesso	Médio no curto prazo	Médio no curto prazo	Alto no curto prazo
	Alto no longo prazo	Baixo no longo prazo	Médio no longo prazo

Os quatro aspectos do projeto⁵

Nos cinco capítulos seguintes abordaremos vários aspectos diferentes de projeto, mas desde já deveria estar claro que o projeto tanto é importante como central para a gestão de produção. A natureza da atividade de projeto pode ser caracterizada pelos *quatro aspectos de projeto*. Originalmente, pretendiam descrever o projeto do produto, mas na realidade eles sucintamente summarizam a natureza do projeto em todos os aspectos da administração de produção.

5. WALSH, V., ROY, R., BRUCE, M., POTTER, S. *Winning by design, technology, product design and international competitiveness*. Blackwell, 1992.

- *Criatividade*. O projeto exige a criação de algo que não exista antes (desde uma variante de um projeto existente a um conceito completamente novo).
- *Complexidade*. O projeto envolve decisões sobre grande número de parâmetros e variáveis (desde configuração e desempenho globais até componentes, materiais, aparência e método de produção).
- *Compromisso*. O projeto exige o balanceamento de requisitos múltiplos e algumas vezes conflitantes (como desempenho e custo; aparência e facilidade de uso; materiais e durabilidade).
- *Escolha*. O projeto exige fazer escolhas entre diversas soluções possíveis para um problema em todos os níveis desde o conceito básico até o menor detalhe de cor ou forma.

Efeito volume-variedade no projeto

Embora até aqui tenhamos discutido os aspectos de projeto que se aplicam a todos os tipos de produção, há diferenças entre a atividade de projeto na prática dos arquitetos e na de uma instalação fornecedora de eletricidade. Os fatores mais significativos são as diferenças entre suas características de volume e variedade.

No Capítulo 1 vimos como as operações produtivas podem variar desde produzir um volume muito alto de produtos ou serviços (por exemplo, uma fábrica de alimentos enlatados) até volumes muito baixos (por exemplo, engenheiros consultores de grandes projetos). Também vimos como as operações podem variar desde a produção de uma variedade muito baixa de produtos ou serviços (por exemplo, em uma empresa fornecedora de eletricidade) para uma variedade muito alta (por exemplo, como na prática dos arquitetos). Normalmente, as duas dimensões de volume e variedade são dependentes entre si. Operações de baixo volume em geral têm alta variedade de produtos e serviços. Existe, portanto, um *continuum* de baixo volume-alta variedade até alto volume-baixa variedade, no qual podemos posicionar as operações.

Se você teve a oportunidade de estudar produção, mesmo em um nível superficial, você pode ter notado que operações produtivas diferentes, talvez dentro do mesmo setor, adotaram abordagens diferentes para projetar seus produtos, serviços e processos.⁶ Nem todas as operações de varejo que você usa, por exemplo, são organizadas da mesma forma ou mesmo parecem iguais. Nem todos os serviços médicos adotam a mesma maneira de fazer as coisas, nem todas as operações de manufatura fazem seus produtos da mesma forma. Mesmo em uma única operação fabril podem ser encontradas diferentes abordagens para projetar produtos, serviços e processos. Muitas fábricas têm uma grande área, são organizadas com base na “produção em massa”, na qual produzem grandes volumes de seus produtos mais vendidos. Em outra parte da fábrica também poderá haver uma área na qual se fabrica ampla variedade de produtos em volumes muito menores. Tanto o projeto de cada conjunto de produtos como o projeto do processo que os fabrica são provavelmente bem diferentes. Analogamente no serviço médico, quando compara-se a abordagem usada durante tratamentos médicos em massa como os programas de imunização em grande escala, com uma operação de transplante, na qual o tratamento é projetado especificamente para atender às necessi-

6. **Fonte:** WALLEY, P. SLACK, N. *The management of operations*. Notas de aula, Warwick University MBA, 1994.

dades de uma pessoa. Estas diferenças vão bem além de tecnologias diferentes ou de exigências diferentes de processamento dos produtos ou serviço. São explicadas pelo fato de que nenhuma forma de utilizar os recursos é a melhor para todos os tipos de operação em todas as circunstâncias. As diferenças são explicadas pelas diferentes *posições volume-variedade* das suas operações. Uma vez que uma operação adota uma posição específica volume-variedade, ela passa a influenciar poderosamente diversos aspectos-chaves do projeto de seus produtos, serviços e processo, bem como influencia a natureza dos objetivos de desempenho da operação.

Volume e variedade influenciam os objetivos de desempenho

O volume e a variedade das atividades de produção influenciam especialmente a determinação da forma como a produção pensa sobre seus objetivos de desempenho e, portanto, os objetivos que estabelece para todos os aspectos de sua atividade de projeto. A Figura 4.7 ilustra como as definições de qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo são influenciadas pela posição volume-variedade da operação.

QUALIDADE

Qualidade em um processo de baixo volume-alta variedade, como na prática de arquitetura, por exemplo, diz respeito à aparência estética final do edifício e da adequação do projeto detalhado final. Em um processo com volume ligeiramente maior e variedade ligeiramente mais baixa, como um alfaiate que faz roupas por encomenda para que se adaptem à forma individual do cliente, novamente a qualidade diz respeito aos atributos do produto/serviço acabado, mas também inclui a ausência de erros de manufatura, como falta de pontos, extremidades esgarçadas etc. Em um ponto de venda de *fast food*, onde o volume é maior e a variedade menor que nos casos anteriores, a qualidade refere-se ao gosto do alimento, mas igualmente importante é a conformidade do produto ou serviço a suas especificações de projeto. O alimento deve ser “como anunciado”, em conteúdo e quantidade, a área de refeições deve ser limpa etc. Em um processo de volume relativamente alto e baixa variedade, como na operação de processamento de documentos em um banco, que lida com milhões de transações por ano, qualidade significa baixa ocorrência de erros. Ocassionalmente, precisa ser tomada uma decisão sobre a forma como processar um documento, e a qualidade ou pertinência dessa decisão pode ser importante, embora em sentido amplo qualidade signifique “conformidade à especificação”. Em um processo de volume excepcionalmente alto e baixa variedade como em uma empresa fornecedora de eletricidade, qualidade significa quase exclusivamente serviço isento de erros – eletricidade deve estar constantemente disponível na forma correta (em termos de voltagem, freqüência etc.). O significado de qualidade deslocou-se do ponto de referir-se principalmente ao desempenho e à especificação do produto ou serviço em direção à conformidade a um padrão predefinido, à medida que passamos de operações de baixo volume-alta variedade para operações de alto volume-baixa variedade.

RAPIDEZ

Rapidez para os projetos de arquitetura significa negociar uma data de conclusão com cada cliente, baseado em suas necessidades e nas estimativas dos arquitetos a

		Exemplos de produção	Objetivos de desempenho					
Volume	Variedade		Qualidade significa...	Rapidez significa...	Confiabilidade significa...	Flexibilidade significa...	Custo é...	
			Desempenho de especificação	Tempo de espera negociado	Entrega no prazo	Flexibilidade do produto/serviço	Variável	
Baixo	Alta	Prática da arquitetura						
		Alfaiate por encomenda						
		Restaurante de fast-food						
		Processamento de documentos						
		Empresa fornecedora de eletricidade						
Alto	Baixa		Conformidade ao padrão	Entrega imediata	Disponibilidade	Flexibilidade de volume	Constante	

Figura 4.7 A posição de uma operação no continuum volume-variedade influencia o significado dos objetivos de desempenho da operação.

respeito da quantidade de trabalho envolvida em cada projeto. Na operação sob encomenda do alfaiate, a velocidade novamente é negociada com o cliente, dependendo da carga de trabalho do alfaiate e das necessidades do cliente, mas como cada trabalho não é totalmente novidade, estimar a data de entrega é razoavelmente fácil. O restaurante de *fast food* também pode pedir a seus clientes que esperassem pelo serviço – mas não por muito tempo. Neste caso, embora haja alguma tolerância dos clientes com relação ao tempo de espera, o serviço deve estar disponível dentro desse tempo. A rapidez do processamento de documentos nos bancos deve ser rápida para todas as transações, de forma que os clientes não percam dinheiro enquanto seu dinheiro está sendo transferido. Rapidez é considerada no seu extremo na empresa fornecedora de eletricidade, onde significa literalmente fornecimento instantâneo. Nenhuma empresa de eletricidade poderia pedir a seus clientes que esperassem pelo seu “fornecimento” de eletricidade. Rapidez, portanto, significa um prazo de entrega negociado individualmente em operações de baixo volume-alta variedade, mas modifica-se para entrega ou fornecimento “instantâneo” em algumas operações de alto volume-baixa variedade.

CONFIABILIDADE

Confiabilidade em processos como o de arquitetura significa honrar cada prazo de entrega negociado individualmente. Analogamente, o alfaiate por encomenda se preocupará com o cumprimento dos prazos. No processo por bateladas do *fast food*, confiabilidade significa atender regularmente às expectativas dos clientes de não terem que esperar demasiado. Na operação de processamento de documentos bancários, confiabilidade significa sempre ter capacidade suficiente disponível para transacionar de forma a manter a programação. Em operações contínuas, confiabilidade em geral

significa a disponibilidade do serviço em si. Um fornecimento de eletricidade confiável é um fornecimento ininterrupto. Assim, a confiabilidade modifica-se de “entrega no prazo” em operações de baixo volume-alta variedade para “disponibilidade” em operações de alto volume-baixa variedade.

FLEXIBILIDADE

Flexibilidade em processos de baixo volume-alta variedade, como no trabalho de arquitetura, significa a habilidade de projetar diversos tipos diferentes de edifícios de acordo com as diversas exigências dos clientes. Na operação do alfaiate por encomenda, a flexibilidade do produto novamente é dominante. Cada terno deve, afinal, ajustar-se a um corpo diferente. O processo de *fast food* precisará de certo grau de flexibilidade do produto para lidar com seus diversos produtos, mas também precisará ser flexível no volume de sua produção para acomodar níveis variáveis de demanda. Analogamente à operação de processamento de documentos no banco, embora um pouco de flexibilidade do produto seja necessária para diferentes tipos de transação, a principal exigência será desenvolver a flexibilidade de volume para responder a níveis de demanda variáveis. No processo da empresa de eletricidade, a necessidade de flexibilidade de produto desapareceu totalmente (eletricidade é eletricidade, mais ou menos), mas a habilidade para atender quase instantaneamente às variações na demanda, através de flexibilidade de volume, é vital, pois a empresa deve manter o fornecimento contínuo. A flexibilidade modifica-se de flexibilidade do produto em operações de baixo volume-alta variedade para flexibilidade de volume em operações de alto volume-baixa variedade.

CUSTO

O custo, como custo unitário por produto ou serviço, varia tanto com o volume de saída da operação quanto com a variedade de produtos ou serviços que são produzidos. A variedade de produtos ou serviços em produções de baixo volume é relativamente alta, o que significa que o funcionamento da operação produtiva será dispendioso devido aos níveis altos e flexíveis empregados. Além disso, devido ao baixo volume, alguns poucos produtos ou serviços estão trabalhando com altos custos de operação. Também, e mais significativamente para a operação, o custo de cada produto ou serviço é diferente. No outro lado da escala, operações de alto volume usualmente produzem bens ou serviços similares, o volume de saída é alto, de forma que qualquer que seja o custo básico da operação, este é compartilhado entre um alto volume de produtos ou serviços. O custo por unidade de saída é, portanto, usualmente baixo para operações como a instalação de eletricidade, mas, mais significativamente, o custo de produção de um segundo de eletricidade é o mesmo que o do segundo seguinte. O custo é relativamente constante.

Volume e variedade afetam a atividade de projeto

A posição volume-variedade de uma produção tem implicações muito além de seus objetivos de desempenho. Também influenciará quase todos os aspectos das atividades de seu projeto. A Tabela 4.3 ilustra como alguns aspectos da atividade de projeto se alteram com o volume e a variedade.

Tabela 4.3 Impacto da posição volume-variedade de uma operação sobre diferentes aspectos de suas atividades de projeto.

Volume	Variedade	Ênfase de projeto	Padronização do produto/serviço	Localização	Fluxo	Tecnologia de processo	Habilidades do pessoal
Baixo	Alta	Projeto do produto/serviço	Baixa	Pode ser descentralizado	Intermitente	Universal	Tarefa
Alto	Baixa	Projeto de processo	Alta	Normalmente centralizado	Contínuo	Dedicado	Sistema

Tipos de processos em manufatura e serviços

A posição de uma operação no *continuum* volume-variedade, pelo fato de influenciar a natureza de seus objetivos de desempenho e suas atividades de projeto, também determina a abordagem geral para gerenciar o processo de transformação. Estas “abordagens gerais” para gerenciar o processo de transformação são chamadas *tipos de processos*. São usados termos diferentes para identificar tipos de processos nos setores de manufatura e serviços.

Na manufatura, estes tipos de processos são (em ordem de volume crescente e variedade decrescente):

- processos de projeto;
- processos de *jobbing*;
- processos em lotes ou bateladas;
- processos de produção em massa;
- processos contínuos.

Em operações de serviços há menos consenso sobre os termos do tipo de processo. Os termos que usamos neste texto são (novamente em ordem de volume crescente e variedade decrescente):⁷

- serviços profissionais;
- lojas de serviços;
- serviços de massa.

7. FITZGERALD, L., JOHNSTON, R., BRIGNALL, S., SILVESTRO, R., VOSS, C. *Performance measurement in service industries*. CIMA, 1991.

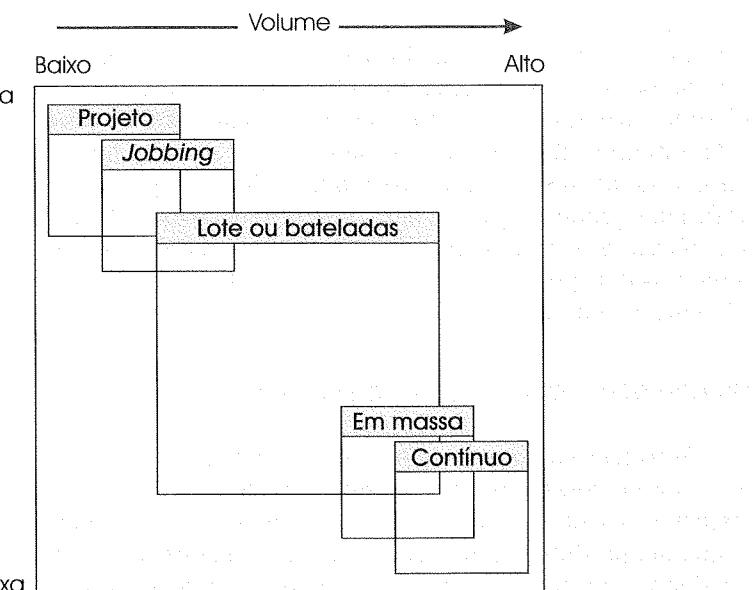


Figura 4.8 tipos de processos em operações de manufatura.

Tipos de processos em manufatura

Cada tipo de processo em manufatura implica uma forma diferente de organizar as atividades das operações com diferentes características de volume e variedade (veja Figura 4.8).

PROCESSOS DE PROJETO

Processos de projeto são os que lidam com produtos discretos, usualmente bastante customizados. Com muita freqüência, o período de tempo para fazer o produto ou serviço é relativamente longo como é o intervalo entre a conclusão de cada produto ou serviço. Logo, baixo volume e alta variedade são características do processo de projeto. As atividades envolvidas na execução do produto podem ser maldefinidas e incertas, às vezes modificando-se durante o próprio processo de produção. Exemplos de processos de projeto incluem construção de navios, a maioria das atividades das companhias de construção, produção de filmes, construção do túnel sob o Canal da Mancha, grandes operações de fabricação como as de turbo-geradores, perfuração de poços de petróleo e instalação de um sistema de computadores. A essência de processos de projeto é que cada trabalho tem início e fim bem definidos, o intervalo de tempo entre o início de diferentes trabalhos é relativamente longo e os recursos transformadores que fazem o produto provavelmente serão organizados de forma especial para cada um deles.

PROCESSOS DE JOBBING

Processos de *jobbing* também lidam com variedade muito alta e baixos volumes. Enquanto em processos de projeto cada produto tem recursos dedicados mais ou me-

nos exclusivamente para ele, em processos de *jobbing* cada produto deve compartilhar os recursos da operação com diversos outros. Os recursos de produção processam uma série de produtos, mas, embora todos os produtos exijam o mesmo tipo de atenção, diferirão entre si pelas necessidades exatas. Exemplos de processos de *jobbing* compreendem muitos técnicos especializados, como mestres ferramenteiros de ferramentas especializadas, restauradores de móveis, alfaiates que trabalham por encomenda e a gráfica que produz ingressos para o evento social local. Os processos de *jobbing* produzem mais itens e usualmente menores do que os processos de projeto, mas, como para os processos de projeto, o grau de repetição é baixo. A maior parte dos trabalhos provavelmente será única.

PROCESSOS EM LOTES OU BATELADAS

Processos em lotes freqüentemente podem parecer-se com os de *jobbing*, mas os processos em lotes não têm o mesmo grau de variedade do que os de *jobbing*. Como o nome indica, cada vez que um processo em lotes produz um produto, é produzido mais do que um produto. Desta forma cada parte da operação tem períodos em que se está repetindo, pelo menos enquanto o “lote” ou a “batelada” está sendo processado. O tamanho do lote poderia ser apenas de dois ou três produtos; neste caso o processo em lotes diferiria pouco do *jobbing*, especialmente se cada lote for um produto totalmente novo. Inversamente, se os lotes forem grandes, e especialmente se os produtos forem familiares à operação, os processos em lotes podem ser relativamente repetitivos. Por este motivo, o processo em lotes pode ser baseado em uma gama mais ampla de níveis de volume e variedade do que outros tipos de processos. Exemplos de processos em lotes compreendem manufatura de máquinas-ferramenta, a produção de alguns alimentos congelados especiais, a manufatura da maior parte das peças de conjuntos montados em massa, como automóveis e a produção da maior parte das roupas.

PROCESSOS DE PRODUÇÃO EM MASSA

Processos de produção em massa são os que produzem bens em alto volume e variedade relativamente estreita, isto é, em termos dos aspectos fundamentais do projeto do produto. Uma fábrica de automóveis, por exemplo, poderia produzir diversos milhares de variantes de carros se todas as opções de tamanho do motor, cor, equipamento extra etc. forem levadas em consideração. É, entretanto, essencialmente uma operação em massa porque as diferentes variantes de seu produto não afetam o processo básico de produção. As atividades na fábrica de automóveis, como todas as operações em massa, são essencialmente repetitivas e amplamente previsíveis. Como exemplos de processos de produção em massa tem-se a fábrica de automóveis, a maior parte de fabricantes de bens duráveis como aparelhos de televisão, a maior parte dos processos de alimentos como o fabricante de pizza congelada, uma fábrica de engarrafamento de cerveja e uma de produção de CDs.

PROCESSOS CONTÍNUOS

Processos contínuos situam-se um passo além dos processos de produção em massa, pelo fato de operarem em volumes ainda maiores e em geral terem variedade ainda mais baixa. Normalmente operam por períodos de tempo muito mais longos. Às

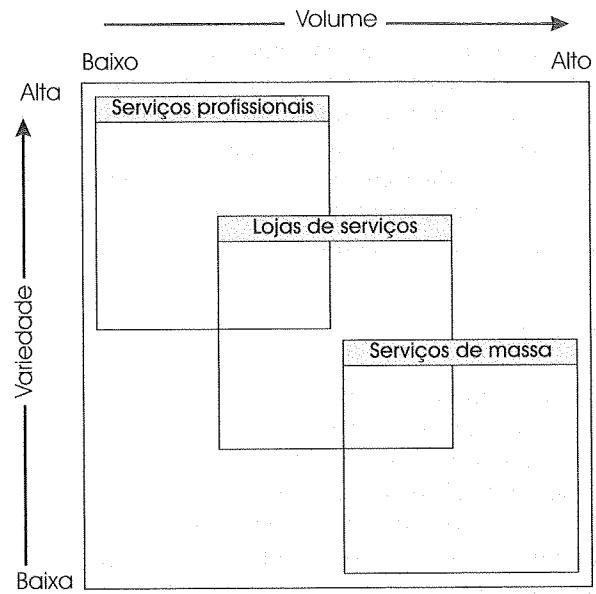


Figura 4.9 Tipos de processos em operações de serviços.

vezes são literalmente contínuos no sentido de que os produtos são inseparáveis, sendo produzidos em um fluxo ininterrupto. Também podem ser contínuos pelo fato de a operação ter que suprir os produtos sem uma parada. Processos contínuos muitas vezes estão associados a tecnologias relativamente inflexíveis, de capital intensivo com fluxo altamente previsível. Exemplos de processos contínuos são as refinarias petroquímicas, instalações de eletricidade, siderúrgicas e algumas fábricas de papel.

Tipos de processos em operações de serviços

Assim como as operações de manufatura, cada tipo de processo em operações de serviço implica uma forma diferente de organização da operação para atender às características diferentes de volume-variedade (veja Figura 4.9).

SERVIÇOS PROFISSIONAIS

Serviços profissionais são definidos como organizações de alto contato, onde os clientes despendem tempo considerável no processo do serviço. Esses serviços proporcionam altos níveis de customização, sendo o processo do serviço altamente adaptável para atender às necessidades individuais dos clientes. Muito tempo de pessoal é despendido no escritório da linha de frente e o pessoal de contato possui considerável autonomia no atendimento aos clientes. A quantidade de tempo e atenção despendida em cada cliente provavelmente significa que a relação de funcionário por clientes é alta. Serviços profissionais tendem a ser baseados em pessoas, em vez de equipamentos, com ênfase no “processo” (como o serviço é prestado) em vez de no “produto” (o que é fornecido). Serviços profissionais compreendem consultores de gestão, advogados, arquitetos, cirurgiões, auditores, inspetores e segurança e alguns serviços especiais na área de computadores.

Um exemplo típico seria a Andersen Consulting, que vende o *know-how* em solução de problemas, possuído por seu pessoal capacitado a resolver problemas dos clientes. Normalmente, o problema será discutido primeiro com os clientes para definir as fronteiras do projeto. Cada “produto” é diferente. O papel do gerente de projeto é criar uma equipe de projeto com a combinação adequada de habilidades para atacar o problema. Grande parte do trabalho ocorre nas instalações do cliente, com contato frequente entre membros da equipe de projeto e o cliente.

No outro extremo estão os serviços de massa.

SERVIÇOS DE MASSA

Serviços de massa compreendem muitas transações de clientes, envolvendo tempo de contato limitado e pouca customização. Esses serviços em geral são predominantemente baseados em equipamentos e orientados para o “produto”, com a maior parte do valor adicionada no escritório de retaguarda, com relativamente pouca atividade de julgamento exercida pelo pessoal da linha de frente. O pessoal, em geral não profissional, provavelmente tem uma divisão do trabalho precisamente definida e deve seguir procedimentos preestabelecidos. Serviços de massa incluem supermercados, redes nacionais de estradas de ferro, aeroportos, serviços de telecomunicações, livrarias, emissoras de televisão, o serviço de polícia e o atendimento em um serviço público.

Por exemplo, os serviços ferroviários como a British Rail no Reino Unido ou a SNCF na França, todos movimentam grande número de passageiros com grande volume de patrimônio móvel percorrendo uma imensa infra-estrutura de ferrovias. Os passageiros escolhem uma viagem da série oferecida. O pessoal do setor de vendas de passagens da empresa ferroviária pode aconselhar os passageiros a respeito da forma mais rápida ou barata de sair de A para B, mas não podem “customizar” o serviço colocando um trem especial para eles.

LOJAS DE SERVIÇOS

Lojas de serviços são caracterizadas por níveis de contato com o cliente, customização, volumes de clientes e liberdade de decisão do pessoal, que as posiciona entre os extremos do serviço profissional e de massa. O serviço é proporcionado através de combinações de atividades dos escritórios da linha de frente e da retaguarda, pessoas e equipamentos e ênfase no produto/ processo. Lojas de serviços compreendem bancos, lojas em ruas comerciais e *shopping centers*, operadores de excursões de lazer, empresas de aluguel de autos, escolas, a maior parte dos restaurantes, hotéis e agentes de viagens.

Por exemplo, a organização de aluguel Multibroadcast no Reino Unido oferece tanto aluguel como vendas de produtos eletrodomésticos no varejo. Sua gama de produtos é mostrada em seus pontos de venda (linha de frente), enquanto as operações de retaguarda procuram comprar e administrar. O pessoal da linha de frente não está lá somente para receber o dinheiro; têm algum treinamento técnico e podem aconselhar os clientes durante o processo de venda do produto. O cliente está essencialmente comprando um produto relativamente padronizado, mas será influenciado pelo processo de venda, que pode ser customizado no sentido de que as necessidades dos clientes individuais são diagnosticadas e atendidas, dentro dos limites da gama de produtos da operação.

Matriz produto-processo

É limitado o valor de comparações feitas ao longo de um espectro que vai, por exemplo, da construção de navios em um extremo à geração de eletricidade no outro. Ninguém reclama que iates são tão mais caros que eletricidade. O principal ponto é que tanto nas operações de manufatura como nas de serviços, devido à sobreposição dos diferentes tipos de processos, as organizações freqüentemente podem escolher qual tipo de processo empregar. Esta escolha terá consequências para a operação, especialmente em termos de seu custo e flexibilidade.

A representação clássica da variação do custo e da flexibilidade com a alternativa do processo vem dos professores Hayes e Wheelwright da Universidade de Harvard.⁸ Eles representam as alternativas de processos em uma matriz com o volume-variedade em uma dimensão e o que chamamos de tipos de processos na outra. A Figura 4.10 mostra a matriz adaptada para ajustar-se à terminologia usada neste texto. A maior parte das operações tende para a diagonal “natural” da matriz e nenhuma ou poucas operações são encontradas nos cantos extremos da matriz. Contudo, como há alguma sobreposição entre os vários tipos de processos, as operações podem ser posicionadas levemente para fora da diagonal.

A diagonal da matriz mostrada na Figura 4.10 representa uma posição “natural” do custo mínimo de uma operação. As operações que estão à direita da diagonal “natural” têm processos que normalmente estariam associados com menores volumes e variedade maior. Isto significa que seus processos provavelmente são mais flexíveis do que parecem ser devido a sua posição volume-variedade real. Dito de outra forma, não estão obtendo vantagem ao padronizar seus processos. Por esta razão seus custos provavelmente são mais altos do que seriam com um processo que estivesse mais próximo da diagonal. Inversamente, as operações que estão do lado esquerdo da diagonal adotaram processos que normalmente seriam usados em uma situação de maior volume e menor variedade. Seus processos serão, portanto, “superpadronizados” e provavelmente demasiado inflexíveis para sua posição volume-variedade. Esta falta de flexibilidade também pode levar a altos custos, porque o processo não será capaz de mudar de uma atividade para outra tão eficientemente como um processo mais flexível.

Resumo

- O objetivo global da atividade de projeto é atender às necessidades dos consumidores, seja através do projeto dos produtos ou serviços ou através do projeto dos processos que os produzirão. Todos os objetivos de desempenho da operação (qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade, custo) são influenciados pela atividade de projeto.
- A atividade de projeto é, portanto, igualmente aplicável ao projeto de produtos e serviços e ao projeto de processos.
- As duas atividades de projeto, de produto/serviço e de processos, são inter-relacionadas. Uma não deveria ser feita independentemente da outra. Reuni-las traz muitos benefícios, incluindo melhores projetos e menor tempo para introdução no mercado. Na realidade, em serviços é impossível separar o serviço do processo que o produz.
- 8. HAYES, R. H. WHEELWRIGHT, S. C. Restoring our competitive edge. New York : Wiley, 1984.

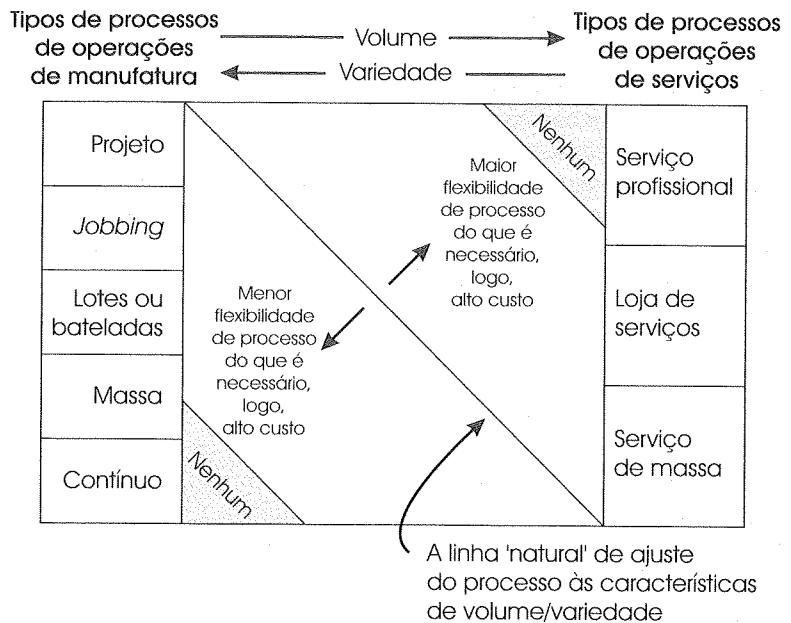


Figura 4.10 Desvios da diagonal natural na matriz produto-processo têm consequências para o custo e a flexibilidade.

- A atividade de projeto é em si mesma um processo de transformação que precisa ser administrado para atingir seus próprios objetivos de desempenho. Como um processo de transformação, ele transforma informações em projetos acabados com níveis de qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo adequados.
- O projeto é um processo de múltiplas etapas, que evolui do conceito até a especificação detalhada. Faz assim através da avaliação e escolha entre opções em cada etapa do processo. Isto reduz progressivamente a incerteza relativa ao projeto, mas também torna difícil mudar decisões prévias.
- O projeto é um processo que é caracterizado por Criatividade, Complexidade, Compromisso e Escolha (*Choice*).
- A posição da produção no *continuum* de volume-variedade determinará a forma como seus objetivos de desempenho são definidos.
- A posição da produção no *continuum* de volume-variedade influencia muitos aspectos de sua atividade de projeto, incluindo a ênfase que é dada sobre o projeto do produto/serviço ou o projeto de processo, as políticas de localização que se escolhem, a padronização de seus produtos e serviços, sua escolha da tecnologia de processo, a natureza de seu arranjo físico e fluxo, as habilidades necessárias ao pessoal e sua robustez à interrupção.

Questões para discussão

1. Explique como o bom projeto dos produtos ou serviços e processos das operações a seguir podem apoiar os cinco objetivos de desempenho:

110

- um fabricante de máquinas de lavar;
 - uma software house especializada em pacotes de contabilidade;
 - um concerto de rock.
2. Por que você imagina que projeto de produto e de processo têm sido atividades separadas em muitas organizações de manufatura? Explique por que isto está mudando.
 3. Descreva a atividade de projetar um novo produto ou serviço de sua escolha em termos dos recursos transformados e transformadores, da atividade e das saídas.
 4. O gerente do sistema de restaurantes da universidade está considerando acrescentar uma lanchonete de lanches para viagem a seu conjunto de pontos de venda. Explique como a idéia pode ser avaliada.
 5. Explique a importância da dimensão volume-variedade como uma forma de entender operações e sua abordagem para projeto.
 6. Descreva como os cinco objetivos de desempenho variam entre:
 - uma lanchonete e um restaurante de alta classe;
 - um fabricante de carros em grande escala e um restaurador de carros clássicos;
 - uma pequena mercearia e um supermercado.
 7. Explique a relação entre variedade e volume e descreva porque é improvável encontrar muitas operações alto-volume/alta variedade e baixo-volume/ baixa variedade.

Leituras Complementares Selecionadas

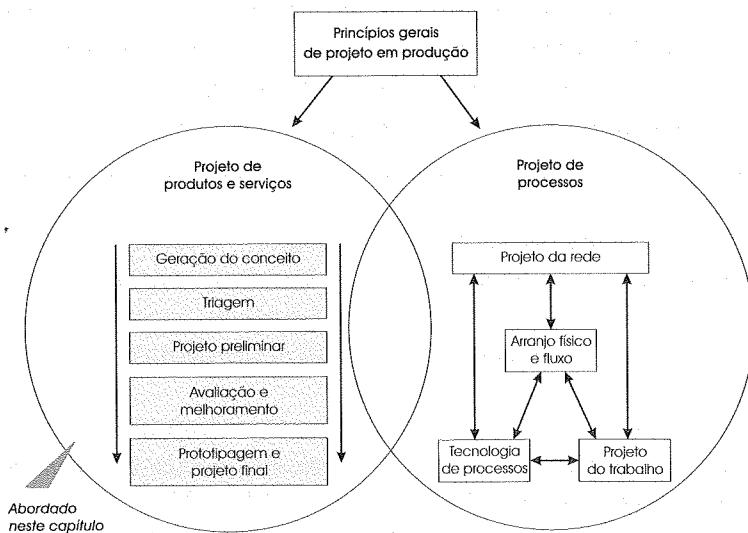
- ABERNATHY, W. J. Production process structure and technological change. *Design Sciences*, v. 7, nº 4, 1976.
- CHAHARBAGHI, K. Using simulation to solve design and operational problems. *International Journal of operations and production management*, v. 10, nº 9, 1990.
- COOKE, S., SLACK, N. *Making management decisions*. 2. ed. Prentice Hall, 1991.
- CROSS, N. *Developments in design methodology*. Wiley, 1984.
- DE BONO, E. *Lateral thinking: a textbook of creativity*. Ward Lock Educational, 1970.
- FOX, J. *Quality through design: the key to successful product delivery*. McGraw-Hill, 1993.
- LORENZ, C. *The design dimension*. Blackwell, 1990.
- SHOSTACK, G. L. How to design a service. *European Journal of Marketing*, v. 16, nº 1, 1982.
- SPARKE, P. *An introduction to design and culture in the twentieth century*. Allan and Unwin, 1986.
- WALKER, D., CROSS, N. *An introduction to design*. Open University Press, 1983.
- WALSH, V., ROY, R., BRUCE, M., POTTER, S. *Winning by design, technology, product design and international competitiveness*. Blackwell, 1992.
- WEBB, A. *Managing innovative projects*. Chapman and Hall, 1994.

111

PROJETO DE PRODUTOS E SERVIÇOS

INTRODUÇÃO

Produtos e serviços são usualmente a primeira coisa que os clientes vêem em uma empresa. Por este motivo, é importante que sejam projetados para atender a suas necessidades e expectativas. Os clientes também podem esperar que os projetos sejam atualizados com certa freqüência, para exprimir modernidade, avanços tecnológicos e as mudanças de suas necessidades. Logo, além do mérito intrínseco do projeto de seus produtos e serviços, para muitas organizações, o desenvolvimento contínuo de projetos e a criação de projetos totalmente novos também ajudam a definir sua posição competitiva. Os gerentes de produção nem sempre têm a responsabilidade direta pelo projeto do produto ou serviço, mas sempre têm uma responsabilidade indireta de fornecer as informações e as recomendações das quais depende o sucesso do desenvolvimento do produto ou serviço.



112 Figura 5.1 As atividades de projeto na gestão de operações abordadas neste capítulo.

A Figura 5.1 mostra como este capítulo se encaixa no modelo global de projeto em produção. Lembre-se, entretanto, de que há uma sobreposição do projeto do produto/serviço em relação ao projeto de processo, especialmente no projeto de serviços. Por esta razão é importante considerar o processo que produz e fornece produtos e (especialmente) serviços.

OBJETIVOS

Este capítulo examina:

- os aspectos de produtos e serviços que precisam de projeto (mais especificamente, como o projeto afeta o conceito, o pacote e o processo que compreende o produto ou serviço);
- as saídas da atividade de projeto do produto e serviço;
- as etapas que estão envolvidas no projeto de qualquer produto ou serviço:
 - criação do conceito do produto/serviço;
 - triagem do conceito;
 - projeto preliminar do produto ou serviço;
 - avaliação e melhoria do projeto preliminar;
- prototipagem e projeto final;
- as recentes abordagens “interativas” de engenharia simultânea e multidisciplinar que promovem um tempo curto e eficiente até o lançamento.

Vantagem competitiva do bom projeto

O objetivo de projetar produtos e serviços é satisfazer os consumidores atendendo a suas necessidades e expectativas atuais ou futuras. Isto, por sua vez, melhora a competitividade da organização. Pode-se observar, portanto, que o projeto de produto e serviço tem seu início com o consumidor e nele termina. Primeiro, a tarefa de marketing é reunir informações dos clientes (e, às vezes, de não-clientes) para compreender e identificar suas necessidades e expectativas e também para procurar possíveis oportunidades de mercado. Segundo isto, a tarefa dos projetistas de produtos e serviços é analisar essas necessidades e expectativas, como interpretadas por marketing, e criar uma especificação para o produto ou serviço. Esta é uma tarefa complexa, que envolve a combinação de muitos aspectos diferentes dos objetivos de uma empresa (veja quadro sobre a Braun). A especificação é então usada como a entrada para a operação, que produz e fornece o produto ou serviço a seus clientes (veja Figura 5.2).

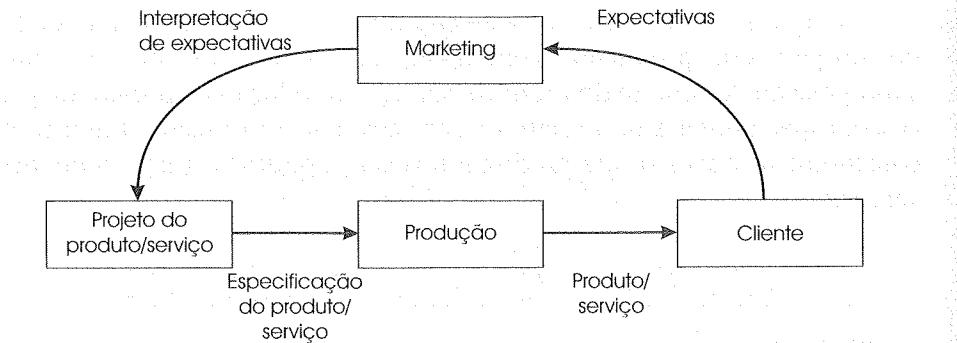


Figura 5.2 O ciclo de realimentação cliente-marketing-projeto.

PRINCÍPIOS DE PROJETO NA BRAUN AG E O NOVO MULTIPROCESSADOR¹ DA BRAUN (MULTIMIX)

A Braun, fabricante européia líder no setor de pequenos eletrodomésticos, é renomada pelos projetos inovadores e funcionais de seus produtos. Sua gama de cerca de 200 diferentes produtos com marca Braun está sendo constantemente atualizada (acima de 60% das vendas da empresa são de produtos que foram lançados nos últimos cinco anos). A estratégia corporativa da Braun é focalizada na convicção de que “desempenho superior, conseguido com inovação técnica e de design, deve ser o principal objetivo do desenvolvimento de produtos”. Segundo suas convicções, a empresa tem 150 de seus produtos na coleção permanente da mais renomada coleção de arte contemporânea da Europa, no Centro Pompidou, em Paris, e tem 40 produtos em exposição permanente no Museu de Arte Moderna de New York.

Entretanto, os princípios de projeto da Braun vão além da estética. Seus projetistas seguem seus “dez princípios de bom projeto”. Como exemplo de suas aplicações, descreveremos o projeto do Multimix da Braun. O objetivo do projeto era “combinar três eletrodomésticos de cozinha (liquidificador, processador de alimentos e moedor) de forma que o novo produto, único, desempenhasse pelo menos tão bem cada uma das aplicações quanto o melhor produto equivalente especializado.”

Os dez princípios industriais da Braun aplicados ao Multimix

- Utilidade.** Para os engenheiros da Braun, a funcionalidade de um produto é a razão principal de sua existência. Decidiram alinhar o motor, a transmissão e os acessórios em uma única direção vertical (produtos concorrentes têm motor horizontal e acessórios verticais, exigindo uma caixa de transmissão mais complicada). Assim, a “função” do produto define sua “forma”.
- Qualidade.** Os projetistas da Braun enfatizam quatro aspectos de qualidade que acreditam diferenciar o Multimix no mercado. Primeiro, sua *versatilidade* oferece a gama completa das tarefas necessárias na cozinha: misturar, amasar, moer e picar – nenhum processador equivalente oferece um dispositivo

para picar. Segundo, a alta eficiência mecânica do eletrodoméstico e as sete regulagens de velocidade proporcionam *alto desempenho* em toda a gama de tarefas, desde o lento amassar até o bater de um creme em alta velocidade. Terceiro, muitas *características de segurança* únicas foram incluídas para impedir o contato com partes móveis e para evitar acidentes. Quarto, a aplicação de *tecnologia de processo avançada* permitiu incorporar diversos elementos integrados em um único molde. O mais complexo molde de produção já usado na Braun foi desenvolvido para produzir duas carcaças inteiras em uma só etapa de moldagem por injeção, de forma a não haver que pudessem prejudicar o acabamento de qualidade. Isto substitui as operações individuais de moldagem por injeção usadas pelos concorrentes (entre cinco e dez operações), reduzindo custos de moldagem e montagem e conferindo grande precisão e excelente acabamento superficial.

- Facilidade de uso.** Grande ênfase foi dada à “engenharia humana”, para assegurar que o Multimix é conveniente, confortável ao uso e fácil de limpar. Ênfase em pequenos detalhes, como a localização central da saída do fio e um anel antiderrapante fixo de plástico mole sobre o qual o Multimix se apoia, foram desenvolvidos a partir dos testes com usuários.
- Simplicidade.** Os engenheiros da Braun acreditam em alcançar o máximo de resultados com o mínimo de recursos: o que é relevante é enfatizado, o que é supérfluo é omitido. Algumas das “simples características”, como o compartimento fechado para o fio do eletrodoméstico, criam um desafio de formas complexas para ser vencido pelos engenheiros da empresa.
- Clareza.** Ênfase especial é dada à eliminação da necessidade de instruções complexas: os controles do Multimix “falam por si mesmos”. Por exemplo, a inserção dos acessórios define automaticamente a faixa de velocidade adequada do motor, e o sistema de comutação distingue claramente, entre as diferentes velocidades, dispositivo para pulsar e botão para parar.
- Ordem.** Todos os detalhes de um produto como o Multimix têm um lugar lógico e significativo; nada é arbitrário ou casual. A ordem leva a uma impressão de equilíbrio e harmonia total, que é típica de sua filosofia de projeto, segundo a Braun.
- Naturalidade.** Os projetistas da Braun, usando projetos simples e mesmo austeros, esforçam-se para evitar quaisquer acabamentos ou elementos decorativos artificiais, rebuscados. A Braun refere-se a um princípio de “comedimento e modéstia”.
- Estética.** Embora a estética não seja um objetivo principal dos projetistas da Braun durante o processo de desenvolvimento, ela é conseguida através de atenção aos detalhes e da exigência de ordem e naturalidade.
- Inovação.** A Braun está comprometida em conseguir projetos atraentes por longo tempo, por isso as inovações são cuidadosamente desenvolvidas e reunidas em novos eletrodomésticos, como o Multimix.
- Veracidade.** Um princípio difundido, seguido pelos projetistas da Braun, é o de que “somente um projeto honesto pode ser um bom projeto”, de forma que é evitada qualquer tentativa de jogar com as emoções e fraquezas das pessoas.

114 1. **Fonte:** Palestra de HARTMUT STROTH, Diretor de Comunicações da Braun AG, Mar. 1994.

Que é projetado em um produto ou serviço?

Em nossa definição ampla, um produto ou serviço é qualquer coisa que possa ser oferecida aos consumidores para satisfazer suas necessidades e expectativas. Pode-se considerar que todos os produtos e serviços têm três aspectos:

- *um conceito*, que é o conjunto de benefícios esperados que o consumidor está comprando;
- *um pacote* de produtos e serviços “componentes” que proporcionam os benefícios definidos no conceito;
- *o processo* pelo qual a operação produz o pacote de produtos e serviços “componentes”.

Clientes compram “conceitos”

Quando os clientes fazem uma compra, não estão simplesmente comprando um produto ou serviço. Estão comprando um conjunto de benefícios esperados para atender a suas necessidades e expectativas. Isto é conhecido como conceito do produto ou serviço. Por exemplo, quando os clientes compram uma máquina de lavar roupas, estão comprando um conjunto de benefícios esperados que podem incluir:

- um gabinete atraente,
- que caberá em um espaço normalmente disponível na área de serviço de casas e apartamentos,
- e proporcionará os meios de limpar as roupas,
- durante um longo período de tempo,
- no conforto da própria casa do consumidor.

Analogamente, uma refeição em um restaurante é comprada para nos proporcionar mais do que a satisfação de encher nossos estômagos. Os benefícios esperados na compra incluem:

- um ambiente atraente,
- no qual se consome uma refeição bem preparada e apresentada,
- em uma atmosfera relaxante.

Os conceitos compreendem um pacote de produtos e serviços

Normalmente, a palavra *produto* sugere um objeto físico tangível, como uma máquina de lavar ou um relógio, e um serviço significa uma experiência mais intangível, como uma noite em um restaurante ou clube noturno. Na realidade, como discutido no Capítulo 1, a maior parte, se não todas, das coisas que compramos, é composta de uma combinação de produtos e serviços. A refeição no restaurante inclui:

- produtos como “comidas” e “bebidas”;
- serviços como “o fornecimento da comida à mesa” e “as atenções do garçom ou garçonete”.

PARECIA UMA BOA IDÉIA NAQUELE MOMENTO²

Nem todas as idéias, não importa quão engenhosas, têm sucesso no mercado. O que parece um infalível sucesso inovador no papel, visto depois de concluído, pode falhar no considerar as necessidades reais dos consumidores. Considere, por exemplo, a Lawn Ranger, uma máquina robotizada para aparar grama, idealizada por uma fábrica americana. O conceito do produto era uma máquina de cortar grama automática, à qual somente seria preciso indicar o perímetro de uma área a ser cortada; depois, ela completaria sozinha toda a tarefa, enquanto seu proprietário descansava. Tudo o que precisava era uma volta inicial “guiada por um ser humano”, em torno da área de grama. Ela continuaria cortando em direção à parte interior do gramado, até terminar a tarefa. A tecnologia básica era de fato engenhosa. Compreendia um sensor que podia detectar a diferença entre a grama cortada e a não cortada, mais longa, bem como perceber obstáculos potenciais em seu caminho. Esta idéia intrigante não considerou, entretanto, um fator importante. Aparentemente, as pessoas gostam de aparar sua grama. Parece que muitas pessoas que teriam sido clientes potenciais para esse produto preferem cortar a grama elas mesmas, porque acham isso terapêutico.

Analogamente, a compra de uma máquina de lavar inclui:

- o produto, que é “a própria máquina de lavar”;
- serviços como “garantias”, “serviços pós-venda” e “serviços da pessoa que vende a máquina”.

Isto significa que qualquer coisa que esteja sendo projetada, seja ela denominada “produto” ou “serviço”, usualmente envolverá projetar um conjunto de produtos e serviços componentes. Esta coleção de produtos e serviços, em geral, é denominada *pacote* (que os consumidores compram). Alguns dos produtos ou serviços no pacote são *essenciais*, isto é, são fundamentais para a compra e não poderiam ser removidos sem destruir a natureza do pacote. Outras partes servirão para melhorar a parte principal. Estas são bens e serviços *de apoio*. O bem central é a própria máquina. No restaurante, a refeição é a parte principal. O serviço de sua provisão e preparação é importante, mas não absolutamente necessário (em alguns restaurantes, você pode servir-se e cozinhar a própria refeição).

Mudando a parte principal ou adicionando ou subtraindo bens e serviços de apoio, as organizações podem oferecer diferentes pacotes, e fazendo isto, projetam conceitos de produto ou serviço muito diferentes. Por exemplo, uma máquina de lavar poderia ser construída em tamanho menor, atendendo ao conceito de máquina para uma “pequena área de serviço”. Alternativamente, poderia ser oferecida sem serviço e garantia pós-venda, como uma “compra econômica”. O restaurante poderia fornecer apenas a comida, devendo você mesmo se servir (conceito de *self-service*). Alternativamente, você poderia ter que selecionar os alimentos não cozidos fornecidos pelo restaurante e cozinhá-los em pequenos fogões em sua própria mesa. É definindo o pacote de bens e serviços que se inicia a atividade de projeto de transformar o conceito em realidade.

2. **Fonte:** LLOYD, C. It seemed a good idea at the time. *Sunday Times*, 16 Jan. 1994.

Produtos e serviços devem ser criados – o processo

Este capítulo, embora principalmente focalizado no projeto de produtos e serviços, inclui uma discussão sobre projeto de processo, por causa das inter-relações entre o projeto do produto ou serviço e o projeto do processo que os produz. Como foi explicado no Capítulo 4, é possível, especialmente no caso de produtos manufaturados, projetar o produto e o processo independentemente um do outro. Isto é mais difícil em serviços cujo processo de prestação do serviço é parte integrante do próprio serviço.

O fornecimento da maior parte de bens e serviços exige muitos tipos diferentes de processo. Por exemplo, a máquina de lavar inclui três tipos principais de processos:

- manufatura e montagem de componentes;
- venda da máquina no varejo;
- apoio e manutenção pós-venda.

Cada processo pode ser dividido em diversos subprocessos. A manufatura e a montagem de componentes, por exemplo, incluirão subprocessos como estampagem, instalação elétrica e controle de estoques.

O restaurante também terá diversos processos:

- produção das refeições;
- controle e serviço de bebidas;
- atividades de linha de frente.

Novamente, cada um desses processos deve ser dividido em diversos subprocessos. O processo de linha de frente, por exemplo, inclui “recepcionar”, “acomodar”, “servir” e “cobrar” o cliente.

ETAPAS DE PROJETO – DO CONCEITO À ESPECIFICAÇÃO

O resultado da atividade de projeto é uma especificação bem detalhada do produto ou serviço. A especificação exige a coleta de informações, que definem totalmente o produto ou serviço:

- seu conceito global (especificando a forma, a função e o objetivo global do projeto e os benefícios que trará);
- seu pacote (especificar todo o conjunto de produtos e serviços individuais que são necessários para preparar e apoiar o conceito);
- o processo pelo qual o pacote será criado (especificando como os vários produtos e serviços individuais no pacote devem ser produzidos).

Para chegar a este ponto a atividade de projeto deve passar por diversas etapas. Estas formam uma seqüência aproximada, embora na prática os projetistas ocasionalmente circulem ou retrocedam através das etapas. Serão descritos na ordem em que ocorrem usualmente, como mostrado na Figura 5.3.

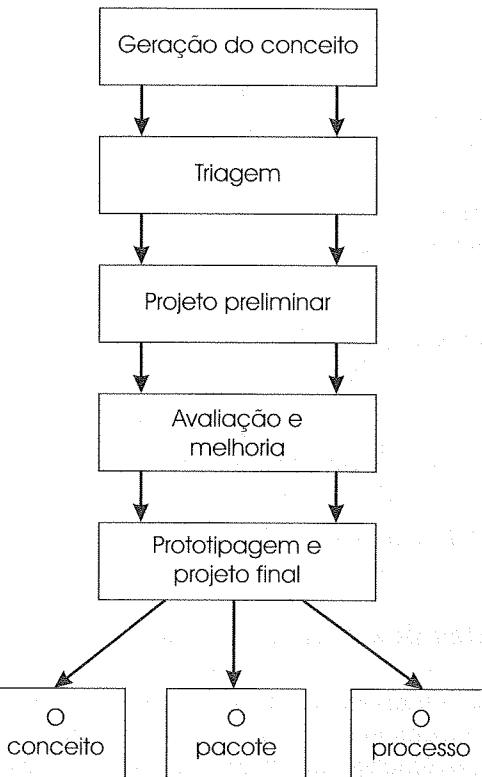


Figura 5.3 As etapas do projeto do produto/serviço.

Geração do conceito

As idéias para conceitos de novos produtos ou serviços podem vir de fontes externas à organização, como consumidores ou concorrentes, e de fontes internas à organização, como o pessoal (por exemplo, o pessoal de vendas e da linha de frente) ou o departamento de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) (veja Figura 5.4).

Idéias dos consumidores

A função de marketing é responsável por manter olhos e ouvidos no mercado para identificar novas oportunidades e possíveis produtos ou serviços adequados. Há muitas ferramentas de pesquisa de mercado para coletar dados de maneira formal e estruturada, incluindo questionários e entrevistas. Essas técnicas, entretanto, usualmente tendem a ser estruturadas de uma forma como se somente fossem pôr à prova idéias ou produtos ou serviços em função de critérios predeterminados. Ouvir os consumidores de uma maneira menos estruturada, às vezes, pode ser um meio melhor para gerar novas idéias.³

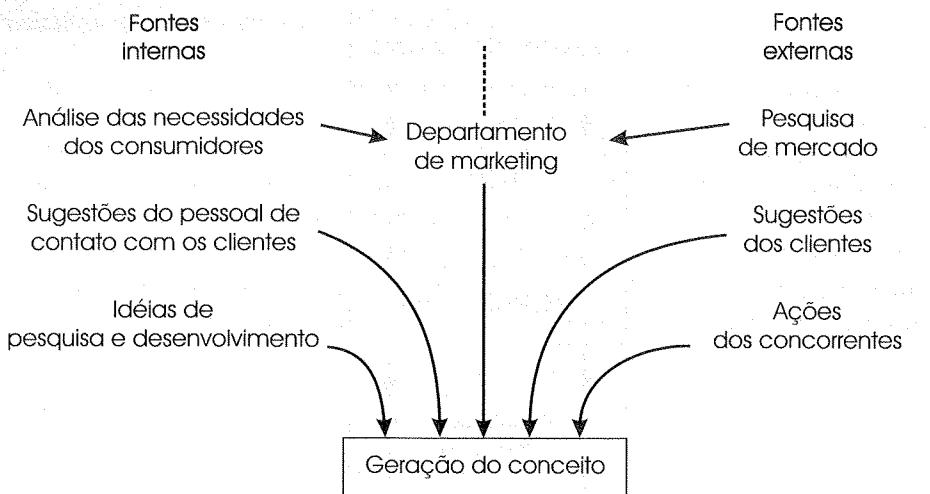


Figura 5.4 As idéias podem originar-se dentro e fora da organização.

Idéias das atividades dos concorrentes

Muitas organizações observam minuciosamente as atividades de seus concorrentes. Uma nova idéia, traduzida em um conceito, pacote ou processo comercializável, pode dar a um concorrente uma vantagem no mercado, mesmo que seja somente temporária. Organizações concorrentes terão que decidir se seguem as ações do concorrente com um produto ou serviço similar ou se alternativamente surgem com uma idéia diferente, que possa reduzir ou mesmo reverter a liderança do concorrente.

Idéias dos funcionários

A apenas um passo dos clientes estão as pessoas que devem lidar diretamente com eles. O pessoal de contato em uma organização de serviços ou a pessoa de vendas em uma organização orientada para produtos atende clientes todos os dias. Esse pessoal pode ter boas idéias sobre o que os clientes gostam e não gostam. Pode ter reunido sugestões dos clientes ou possuir idéias próprias a respeito da forma como os produtos ou serviços poderiam ser desenvolvidos para atender melhor às necessidades de seus clientes, ou como uma lacuna não atendida pode ser preenchida numa linha de produtos ou serviços. Infelizmente, de novo, poucas empresas têm mecanismos para coletar esses dados, o que implica indiretamente que o papel dessas pessoas é apenas servir o cliente e vender produtos/serviços, ao invés de contribuir para o desenvolvimento organizacional e a criação de uma vantagem competitiva.

Idéias da pesquisa e desenvolvimento

Uma função formal encontrada em muitas organizações que produzem produtos (mas ainda em poucas organizações de prestação de serviços) é Pesquisa & Desenvolvimento. Como o nome indica, sua função é dupla. Pesquisa usualmente significa procurar desenvolver novos conhecimentos e idéias para resolver um problema ou oportuni-

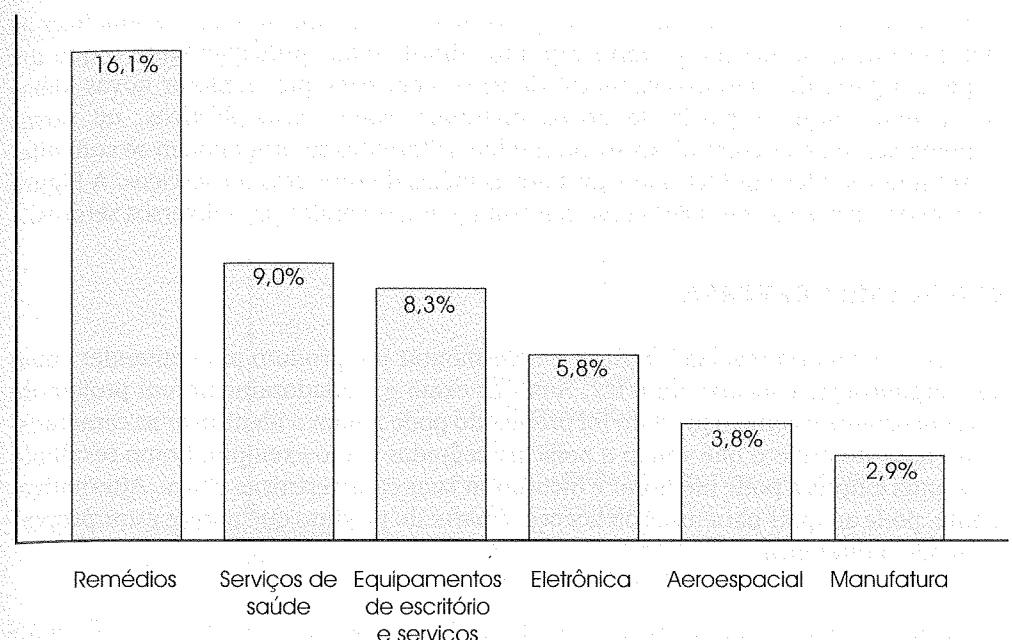


Figura 5.5 Gastos com pesquisa e desenvolvimento como porcentagem das vendas.

O PREÇO DO FRACASSO DE NOVOS PRODUTOS FARMACÊUTICOS⁴

O papel de Pesquisa e Desenvolvimento no processo de projeto de produto pode ser especialmente importante em alguns setores. O farmacêutico, por exemplo, é um setor com relativamente poucas inovações radicais em produtos, mas quando ocorre uma, esta pode transformar o destino de uma empresa. Inversamente, se uma empresa fracassar com um novo produto, a queda pode ser igualmente dramática. Consideremos a Hoffmann-la-Roche, a companhia suíça de remédios e produtos de higiene pessoal. Fundada há mais de 100 anos na cidade de Basel, emprega mais de 55.000 pessoas em mais de 100 países no mundo inteiro. Em 1963, o setor de P&D da empresa conseguiu um grande sucesso com a introdução de seu novo remédio, Valium, um tranquilizante. Quando se tornou um dos principais produtos vendidos, transformou a Hoffmann-la-Roche na maior companhia farmacêutica do mundo, bem como uma das mais lucrativas. A empresa, entretanto, falhou em continuar seu ritmo de desenvolvimento; não havia desenvolvido um produto substituto até o momento em que a patente do tranquilizante expirou. Embora agora se encontre novamente em boas condições financeiras, poucos anos após o pico de seu sucesso, a empresa chegou perto da falência.

dade específica. Desenvolvimento é o esforço para tentar utilizar e operacionalizar as idéias oriundas da pesquisa. Neste capítulo, abordaremos principalmente o que diz respeito à parte de “desenvolvimento” de P&D – por exemplo, explorar novas idéias que podem surgir a partir de novos materiais, como termoplásticos, ou novas tecnologias, como as comunicações via satélite. Diferentes setores apóiam-se com diferentes intensidades em P&D para suas novas idéias de produtos ou serviços. A Figura 5.5 mostra os gastos com P&D como porcentagem das vendas para diversos setores.

ENGENHARIA REVERSA

A “engenharia reversa” consiste em desmontar um produto para entender como uma organização concorrente o fez. Analisar exata e cuidadosamente um projeto de um concorrente e como o produto foi produzido pode ajudar a identificar as características-chave do projeto que valem a pena ser seguidas como exemplo. Como resultado disso uma empresa pode melhorar e incorporar suas características-chave. Alternativamente, pode adaptar para uso, sob licença, a parte do produto que parece estar proporcionando a diferença.

Da idéia ao conceito

Idéias não são o mesmo que conceitos. Na realidade idéias precisam ser transformadas em conceitos de forma que possam ser avaliadas e então “operacionalizadas” pela organização. Conceitos são diferentes de idéias pelo fato de serem declarações transparentes que englobam a idéia e também indicam sua forma, função, objetivo e benefícios globais, (veja Figura 5.6). O conceito deveria ser simples de ser comunicado, de forma que todos na organização pudessem entendê-lo, realizá-lo e vendê-lo.

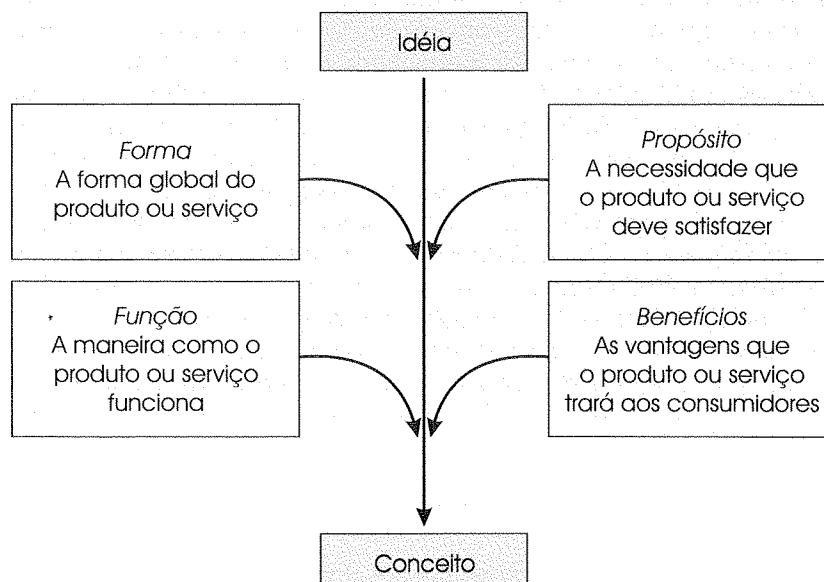


Figura 5.6 Transformação de uma idéia em um conceito.

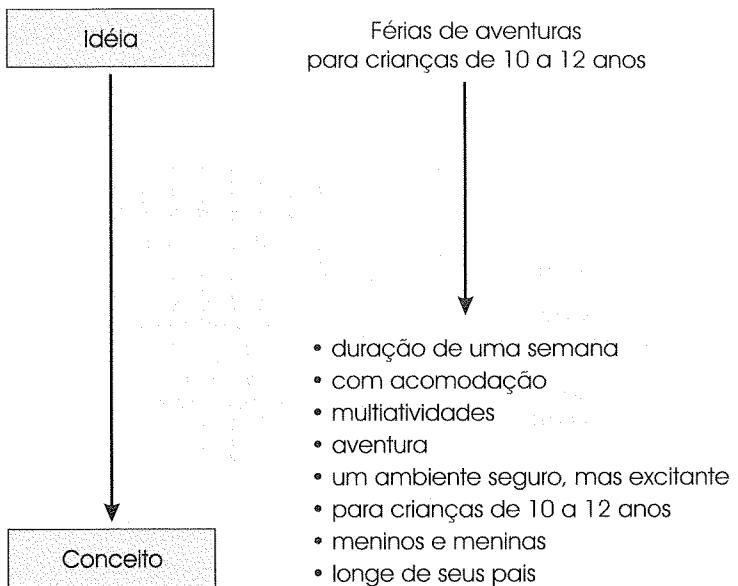


Figura 5.7 Transformação de uma idéia em um conceito para férias de aventuras.

Exemplo: férias de aventuras

Uma empresa de férias de aventuras pode ver uma oportunidade de expandir sua clientela de férias para um grupo mais jovem do que atende atualmente. A “idéia”, portanto, é proporcionar férias de aventuras para crianças de 10 a 12 anos. Para “operacionalizar” a idéia, isto é, para saber o que você está vendendo aos consumidores, a forma, a função, o objetivo e os benefícios da idéia precisam ser englobados em uma declaração de conceito. Isto é feito na Figura 5.7.

Triagem do conceito

Nem todos os conceitos gerados serão necessariamente desenvolvidos posteriormente em produtos e serviços. Os projetistas precisam ser seletivos na escolha dos conceitos nos quais trabalharão até o ponto de projetar os aspectos preliminares de seu pacote e processo. O objetivo da etapa de triagem (ou seleção) do conceito é considerar o fluxo de conceitos emergindo da organização e avaliá-los quanto a sua viabilidade, aceitabilidade e “vulnerabilidade” ou risco (veja Capítulo 4). Os conceitos podem ter que passar através de muitos crivos diferentes e diversas funções podem estar envolvidas (por exemplo, marketing, produção e finanças), embora cada uma use critérios diferentes para selecionar as propostas (veja Figura 5.8).

Crivo de marketing

Com base em seu relacionamento próximo com os clientes e no conhecimento do mercado, a função de marketing pode estar preocupada em eliminar conceitos que sente que:

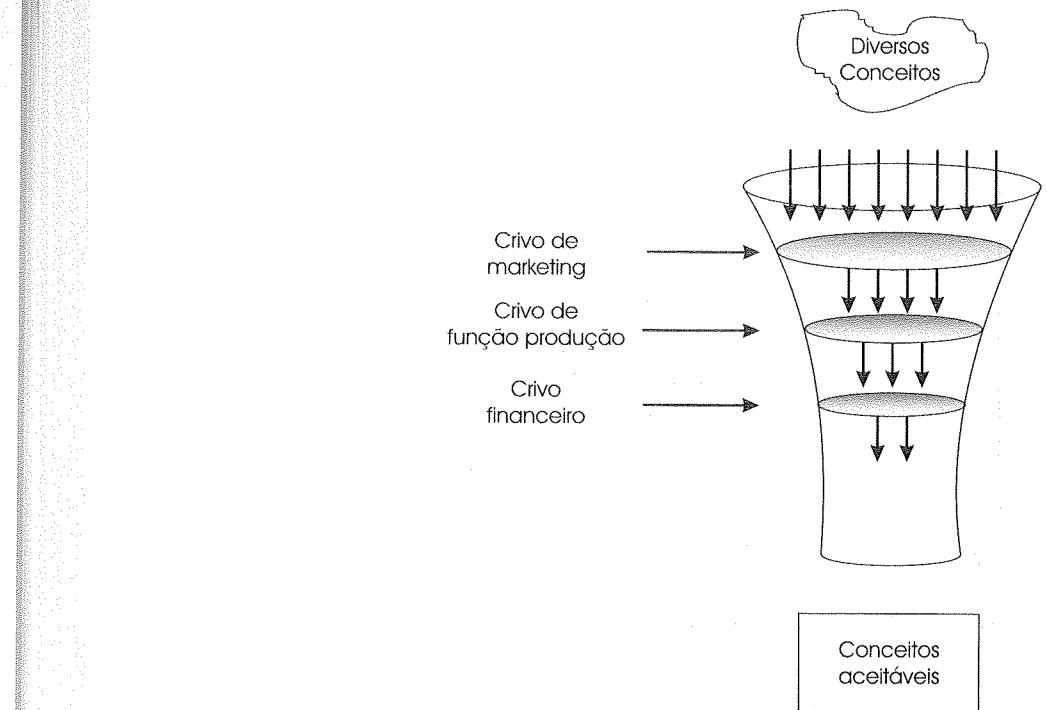


Figura 5.8 A seleção do conceito envolve conceitos cada vez mais seletivos.

- não funcionarão nos mercados;
- são demasiado semelhantes a, ou mesmo demasiado diferentes de produtos ou serviços concorrentes;
- não seriam capazes de gerar demanda suficiente para valer a pena;
- não se adequariam à política de marketing existente.

Crivo da função produção

Nesta etapa, a função de produção está principalmente preocupada com a viabilidade dos novos conceitos de produto/serviço; precisa analisar se pode produzir o produto ou prestar o serviço. Em especial, precisa decidir se tem ou pode tornar disponíveis os seguintes recursos:

- capacidade de produção;
- habilidades de seus recursos humanos;
- tecnologia que seria necessária.

Além disso, a função produção precisará fornecer as informações usadas para estimar o custo provável para produzir o produto ou serviço.

Crivo financeiro

Enquanto a função marketing é capaz de fornecer indicações de volumes e receitas potenciais, e a produção estimativas do custo de materiais, pessoal e tecnologia para fazer o produto ou gerar o serviço, o departamento de finanças precisará reunir essas informações para calcular as consequências financeiras de cada novo produto ou serviço, como:

- necessidades de capital e investimento;
- custos operacionais;
- margens de lucro;
- provável taxa de retorno.

Projeto preliminar

Tendo gerado um conceito de produto ou serviço aceitável para as diversas partes de uma organização, a próxima etapa é criar o projeto preliminar. O objetivo desta etapa é ter uma primeira versão de:

- especificação dos produtos e serviços componentes do pacote;
- definição dos processos para gerar o pacote.

Especificando os componentes do pacote

A primeira tarefa desta etapa de projeto é definir exatamente o que estará incluído no produto ou serviço, isto é, especificar os componentes do pacote. Isto exigirá a coleta de informações sobre, por exemplo, as partes componentes do pacote de produtos ou serviços, a estrutura de produto/serviço, isto é, a ordem na qual as partes componentes do pacote devem ser reunidas e a lista de materiais, isto é, as quantidades de todas as partes componentes necessárias para constituir o pacote total. A lista de materiais, em especial, é um método para definir produtos ou serviços usado amplamente em outras áreas da atividade de gestão de produção (veja, por exemplo, o Capítulo 14).

EXEMPLO: FÉRIAS DE AVENTURAS

Cada atividade das férias de aventuras pode ser analisada dessa forma. Por exemplo, os materiais e equipamentos necessários para cada criança participar da atividade de tiro ao alvo com espingarda podem incluir:

- uma espingarda de pressão 0,22;
- algumas balas;
- um anteparo;
- um suporte para alvo;
- alguns alvos em papelão;

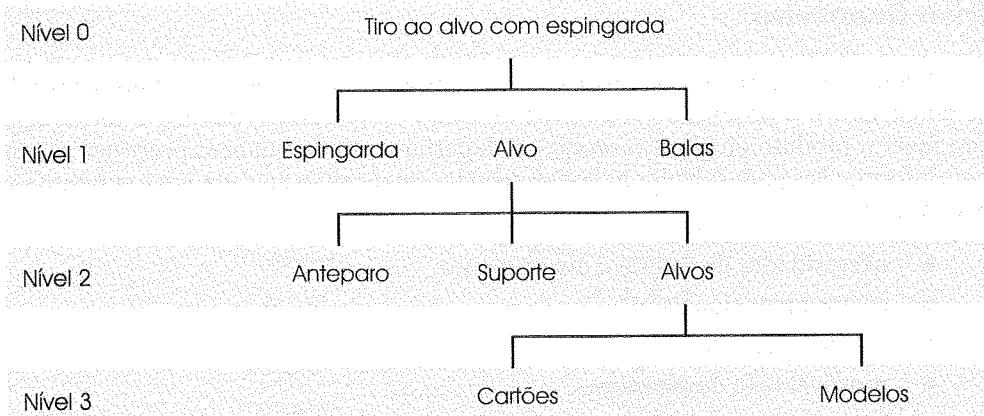


Figura 5.9 A estrutura de produto/atividade para tiro ao alvo com espingarda.

- alguns alvos-modelos.

A estrutura de produtos/serviços é mostrada na Figura 5.9. A lista de materiais que incorpora a estrutura de produtos/serviços e também inclui as quantidades necessárias é mostrada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Lista de materiais para a atividade de tiro ao alvo com espingarda.

Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Quantidade
Atividade de tiro ao alvo com espingarda	Espingarda			1
	Bala			50
	Alvo			
	Anteparo			1
	Suporte			1
	Alvos			
		Cartões		10
		Modelos		5

Definir os processos para criar o pacote

A estrutura de produtos/serviços e a relação de materiais especificam o que deve ser reunido; a próxima etapa é especificar como os processos reunirão os vários componentes para produzir o produto ou serviço final. Há muitas técnicas que podem ser usadas para documentar processos (ou *blueprinting*, como é chamado às vezes). Todas as técnicas, entretanto, têm duas características:⁵

- mostram o fluxo de materiais ou pessoas ou informações através da operação produtiva;
- identificam as diferentes atividades que ocorrem durante o processo.

Examinaremos quatro tipos comuns de técnicas de documentação de processos:

- diagramas de fluxo simples
- folhas de roteiros
- diagramas de fluxo de processo
- estrutura de processamento do cliente.

DIAGRAMAS DE FLUXO SIMPLES

Os diagramas de fluxo simples são usados para identificar os principais elementos de um processo. A Figura 5.10 mostra um diagrama de fluxo para um dia de uma pessoa em férias de aventuras. Estes diagramas também podem ser usados para fluxos de materiais ou informações.

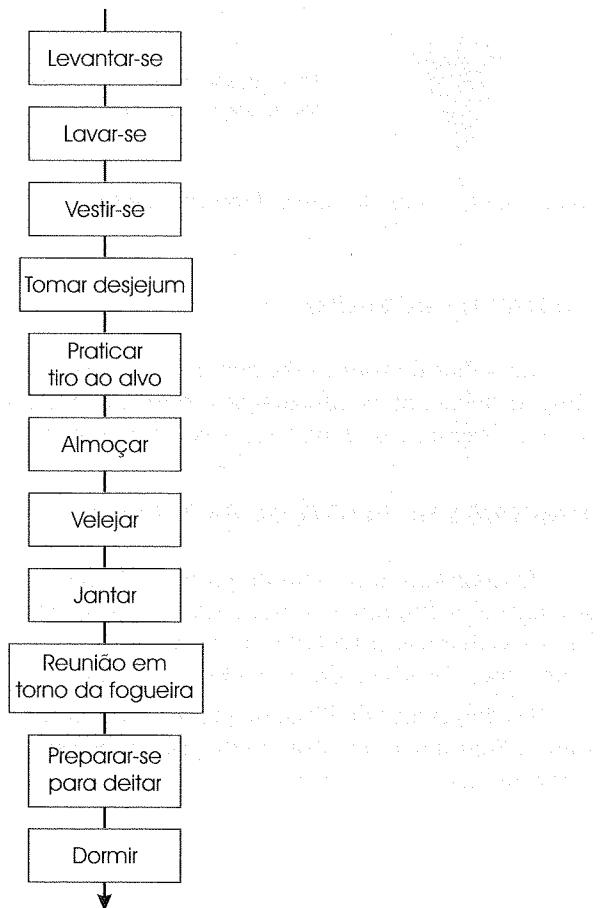
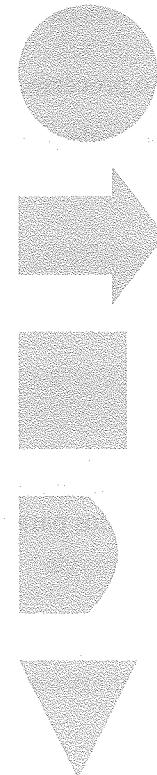


Figura 5.10 Diagrama de fluxo simples para a atividade de um dia nas férias de aventuras.

5. QUINN, J. B. GAGNON, C. E. Will services follow manufacturing into decline? *Harvard Business Review*, v. 64, n° 6, p. 95-103, Nov.-Dec. 1986.



Uma operação, tarefa ou atividade de trabalho

Um movimento de materiais, informações ou pessoas de um lugar a outro

Uma inspeção, uma verificação ou exame de materiais ou informações ou pessoas

Um atraso, uma pausa no processo

Uma estocagem, um estoque de materiais ou arquivo de informações ou fila de pessoas

Figura 5.11 Símbolos para diagrama de fluxo de processo.

FOLHAS DE ROTEIRO

As folhas de roteiro (também conhecidas como diagramas de processo de operações) fornecem mais informações sobre as atividades envolvidas no processo, incluindo uma descrição da atividade e as ferramentas ou equipamentos necessários.

DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO

O diagrama mais comumente usado para documentar processos em gestão de produção é o diagrama de fluxo de processo. Este tipo de diagrama, que documenta o fluxo e as diversas atividades, usa diversos símbolos diferentes para identificar os diferentes tipos de atividades (veja Figura 5.11).

Os diagramas de fluxo de processo permitem detalhar mais o projeto e sua avaliação. A Figura 5.12 mostra um diagrama de fluxo de processo para um dia de férias de aventuras.

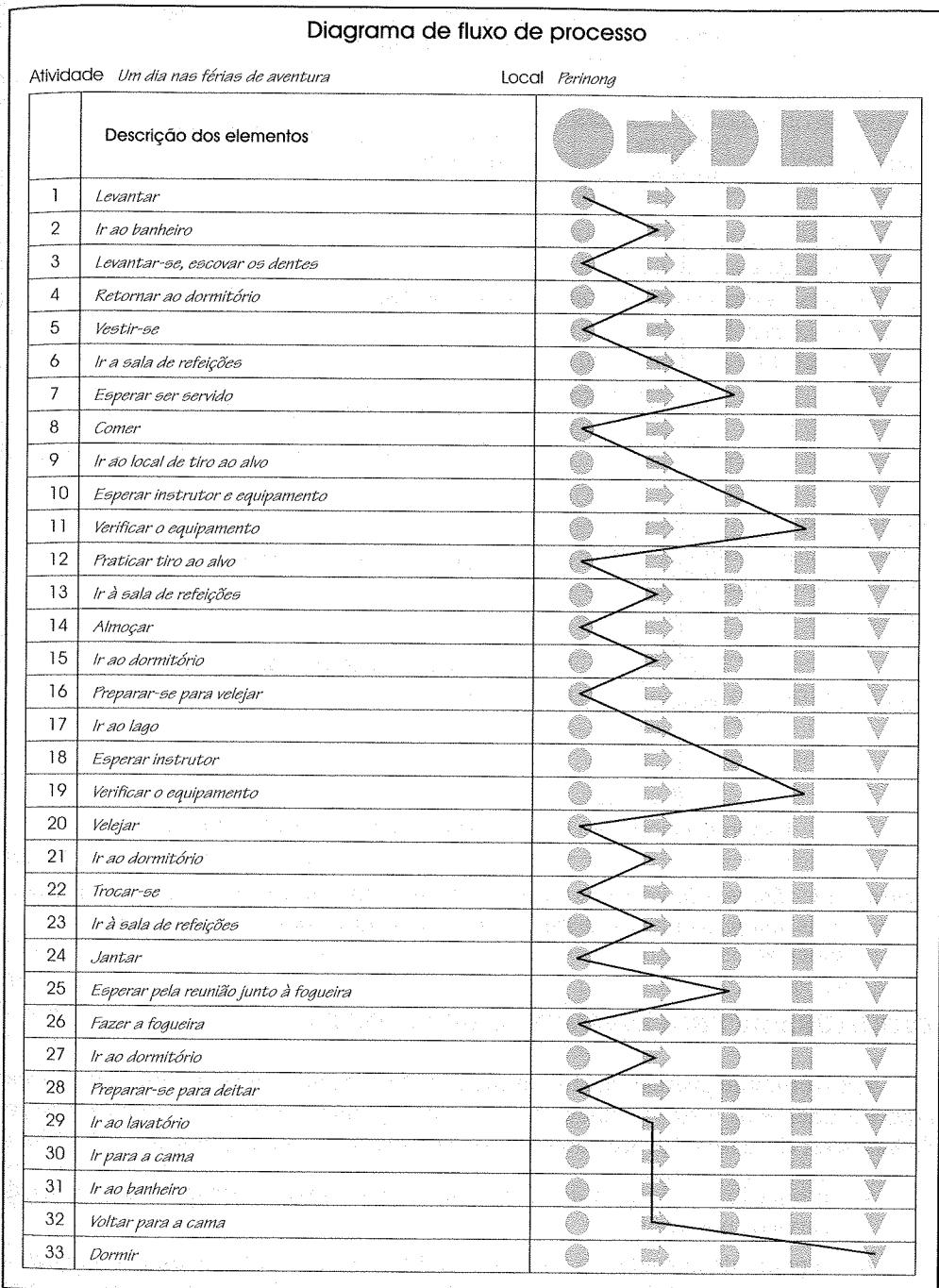


Figura 5.12 Diagrama de fluxo de processo para um dia nas férias de aventuras.

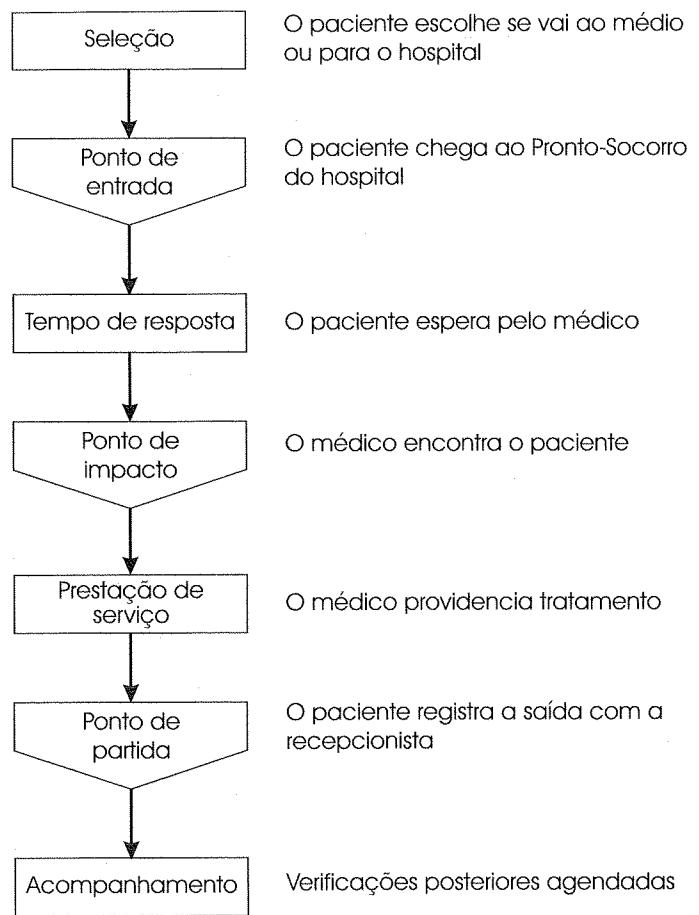


Figura 5.13 Etapas-chaves como mostrado no diagrama de atendimento de clientes para um paciente que recebe tratamento médico em um Pronto-socorro.

ESTRUTURA DE PROCESSAMENTO DE CLIENTES

A estrutura de processamento de clientes⁶ é um método de diagramação que visa especificamente os fluxos de clientes. Identifica algumas das atividades-chave que podem ocorrer durante o “processamento” de clientes através da operação, incluindo:

- a seleção – a decisão do cliente de escolher uma de diversas operações de serviços possíveis;
- o ponto de entrada – o ponto no qual o cliente faz o primeiro contato com a operação escolhida, seja fisicamente ao entrar no sistema, seja remotamente, por telefone, por exemplo;
- o tempo de resposta – o tempo que um cliente deve esperar até que o sistema responda;

6. JOHNSTON, R. Framework for developing a quality strategy in a customer processing operation. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 4, nº 4, p. 35-44, 1987.

- o ponto de impacto – o momento no qual o funcionário do prestador do serviço começa a atender o cliente;
- a prestação – a parte do processo que presta o serviço principal ao cliente;
- o ponto de partida – ponto em que o cliente deixa o processo do serviço;
- o acompanhamento – as atividades do pessoal do prestador de serviços para acompanhar/“checkar” (verificar) o cliente, após a conclusão do serviço.

A Figura 5.13 ilustra essas etapas-chave no projeto do Departamento de Pronto Socorro de um hospital. Quando examinadas em detalhe, as operações de serviços, em sua maior parte, compreendem diversas seqüências de processamento de clientes, que podem ser em série e/ou em paralelo. O número de processos e de relacionamentos entre eles são indicações da escala e da complexidade da tarefa de produção envolvida.

Avaliação e melhoria do projeto

O objetivo desta etapa da atividade de projeto é considerar o projeto preliminar e verificar se pode ser melhorado antes que o produto ou serviço seja testado no mercado. Há diversas técnicas que podem ser empregadas nesta etapa para avaliar e melhorar o projeto preliminar. Aqui abordamos três que se mostraram especialmente úteis.

São elas:

- Desdobramento da função qualidade (QFD – Quality Function Deployment);
- Engenharia de Valor (VE – Value Engineering);
- Métodos de Taguchi.

Desdobramento da função qualidade

O objetivo principal do desdobramento da função qualidade é tentar assegurar que o projeto final de um produto ou serviço realmente atenda às necessidades de seus clientes. Os clientes podem não ter sido considerados explicitamente desde a etapa de geração do conceito, e por isso é adequado verificar se o que está sendo proposto como projeto do produto ou serviço atenderá a essas necessidades.

O desdobramento da função qualidade é uma técnica que foi desenvolvida no Japão no estaleiro da Mitsubishi em Kobe é usada amplamente pela Toyota, fabricante de veículos, e por seus fornecedores. Também é conhecido como “Casa de Qualidade” (devido a sua aparência) e “Voz do cliente” (devido a seu objetivo). A técnica tenta captar o que o cliente precisa e como isso pode ser conseguido.⁷

7. Para mais informações sobre QFD para produtos e serviços, veja, por exemplo: BEHARA, R. S., CHASE, R. B. Service quality deployment: quality service by design. In: SARIN, R. V. (ed.). *Perspectives in operations management: essays in honor of Elwood S. Buffa*. Kluwer Academic, 1993.
- EVANS, J. R., LINDSAY, W. M. *The management and control of quality*. 2. ed. West, 1993.
- FITZSIMMONS, J. A., FITZSIMMONS, M. J. *Service management for competitive advantage*. McGraw-Hill, 1994.
- HARRISON, A. *Just-in-time manufacturing in perspective*. Prentice-Hall, 1992.
- HAUSER, J. R., CLAUSING, D. The house of quality. *Harvard Business Review*, p. 63-73, May-June 1988.
- MEREDITH, J. R. *The management of operations*. 4. ed. Wiley, 1992.

Engenharia de valor

O objetivo da engenharia de valor é tentar reduzir custos e prevenir quaisquer custos desnecessários, antes de produzir o produto ou serviço. De forma simples, tenta eliminar quaisquer custos que não contribuam para o valor e o desempenho do produto ou serviço. (Análise de valor é o nome dado ao mesmo processo, quando se trata de redução de custos depois que o produto ou serviço foi iniciado.)

Os programas de engenharia de valor usualmente são conduzidos por equipes de projeto compostas de projetistas, especialistas de compras, gerentes de produção e analistas financeiros. A análise de Pareto (veja Capítulos 12 e 18) é freqüentemente usada para identificar as partes do pacote que merecem a maior atenção. Os elementos escolhidos do pacote são submetidos a investigação rigorosa. A equipe analisa a função e o custo desses elementos e tenta encontrar quaisquer componentes similares que poderiam fazer a mesma função a um custo menor. Mais especificamente, a equipe tentaria:

- reduzir o número de componentes;
- usar materiais mais baratos;
- simplificar os processos.

Por exemplo, a Motorola, fabricante de produtos eletrônicos, usou engenharia de valor para reduzir o custo de produção de seu telefone celular. Inicialmente seu telefone celular possuía cerca de 3.200 peças. Três anos depois, após aplicar a engenharia de valor a seus novos modelos, o número de peças foi reduzido para 400. Fazendo isso, o tempo para produzir o telefone foi reduzido de 40 horas para menos de duas.

A engenharia de valor exige raciocínio inovador e crítico, mas também é realizada usando um procedimento formal. O procedimento examina o objetivo do produto ou serviço, suas funções básicas e suas funções secundárias.

ANÁLISES CUSTO VERSUS FUNÇÃO

Uma análise reveladora de qualquer produto ou serviço pode ser obtida através da verificação de qual parte de seu custo é despendida em suas funções principais e nas secundárias. Componentes do produto ou serviço que parecem ter uma participação desproporcional no custo total, quando comparada a suas funções, exigiriam atenção especial. Por exemplo, a Figura 5.14 mostra as características de uma máquina de lavar e a Tabela 5.2 mostra a decomposição das funções da máquina de lavar e a porcentagem do custo total do produto que é dedicada a realizar cada função.⁸ Como a máquina é um modelo automático, grande parte do custo é devida ao controle da sequência de suas atividades.

Depois das funções que realizam as operações de lavar e controlar, o restante do custo é despendido com funções que tornam a máquina prática para operar e fácil de vender aos clientes.

8. Este exemplo é usado com a gentil permissão de ALLAN WEBB, de WEBB, A. *Managing innovative projects*. Chapman and Hall, 1994.

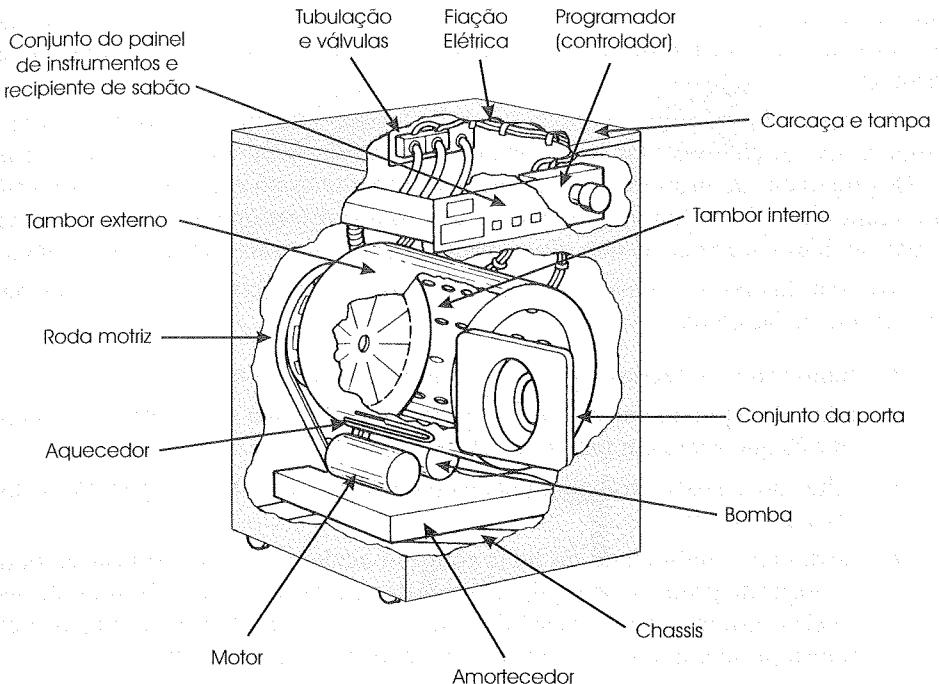


Figura 5.14 Principais componentes de uma máquina de lavar roupas automática.

Tabela 5.2 Decomposição funcional de uma máquina de lavar roupas.

Função	% do custo	% acumulada do custo	
Operações de controle	24,41	24,41	A função de lavagem
Prover ou restringir movimento	24,48	52,82	
Distribuir água	11,09	63,91	
Reter água	8,89	72,80	
Aquecer água	4,29	77,09	
Proporcionar proteção	10,07	87,16	
Peças de posicionamento	6,67	93,82	
Aparência atraente	6,18	100,00	
			Uma máquina prática
			Um produto vendável

Métodos de Taguchi

O principal objetivo dos métodos de Taguchi, como defendido por Genichi Taguchi,⁹ é testar a robustez de um projeto. O fundamento da idéia é que o produto ou serviço deveria conseguir manter seu desempenho em condições adversas extremas. Um telefone, por exemplo, deveria trabalhar mesmo quando tivesse caído ao chão.

9. TAGUCHI, G., CLAUSING, D. Robust quality. *Harvard Business Review*, p. 65-75, Jan./Feb. 1990.

Embora não se espere que os clientes deixem o telefone cair no chão, isto acontece, e por isso é preciso considerar em seu projeto a necessidade de construir uma carcaça resistente.

Da mesma forma, uma pequena pizzaria deveria ser capaz de lidar com um repentina afluxo de clientes e um hotel deveria ser capaz de lidar com chegadas antecipadas. Os projetistas de produtos e serviços, portanto, precisam exercer o *brainstorming* para tentar identificar todas as situações possíveis e verificar que o produto ou serviço é capaz de lidar com aquelas que são consideradas necessárias a custos adequados.

No caso das férias de aventuras, por exemplo, os projetistas precisam planejar para contingências como:

- tempo ruim – necessidade de alternativas para mau tempo;
- falha de equipamentos – provisão de equipamentos suficientes para substituir os que estão em manutenção;
- faltas do pessoal – trabalho flexível para conseguir substituir pessoas de uma área em outra;
- acidentes – habilidade de lidar com um acidente sem prejudicar as outras crianças do grupo, com equipamentos de primeiros socorros facilmente acessíveis e usando instalações e equipamentos que são fáceis de limpar e com pouca probabilidade de causar problemas para as crianças;
- doenças – habilidade de lidar com crianças doentes, que são incapazes de tomar parte em uma atividade.

Prototipagem e projeto final

A próxima etapa na atividade de projeto é transformar o projeto melhorado em um protótipo que possa ser testado. Pode ser demasiado grande o risco de começar a produção completa do telefone ou das férias de aventuras antes de testá-los, de forma que é usualmente mais adequado fazer e testar um protótipo.

Protótipos de produtos podem incluir modelos em cartão/papelão ou argila e simulações em computador, por exemplo. Protótipos de serviços podem compreender simulações em computador, mas também a implementação real do serviço em uma escala-piloto. Muitas organizações varejistas realizam testes-piloto de novos produtos e serviços em um pequeno número de lojas para testar a reação dos clientes.

Projeto auxiliado por computador (CAD – Computer-Aided Design)

A construção de protótipos físicos foi facilitada pelo uso de novas tecnologias, como o projeto auxiliado por computador. O CAD permite o uso de simulações de produtos em computador, onde seu desempenho pode ser testado com um alto grau de exatidão, sem testes físicos. Também são usadas simulações de muitos serviços em computador, como a programação de aviões para pistas de aterrissagem e o treinamento de pilotos de avião. Deve ser enfatizado, entretanto, que o CAD não é usado somente na etapa de projeto de testes de protótipos. É usado amplamente em todas as etapas.

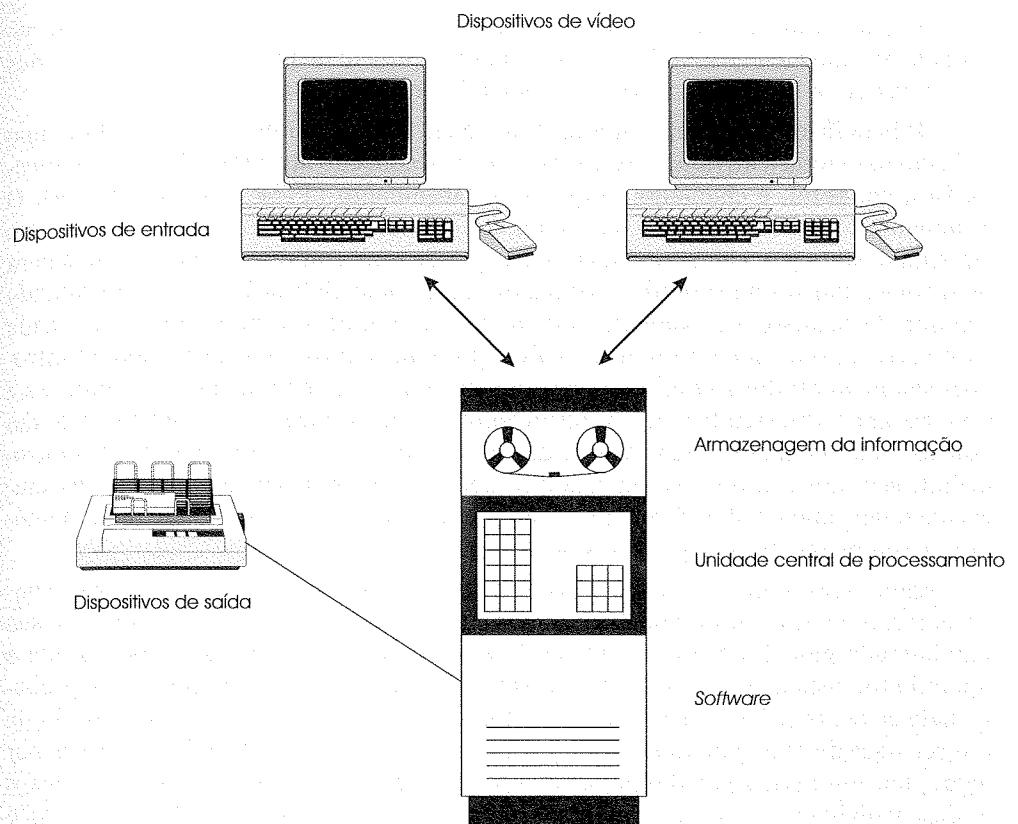


Figura 5.15 Configuração geral de um sistema CAD.

VANTAGENS DO CAD

A vantagem mais óbvia dos sistemas de CAD é que sua capacidade para armazenar e recuperar dados de projeto rapidamente, bem como sua capacidade para manipular detalhes de projeto pode aumentar consideravelmente a produtividade da atividade de projeto. Além disso, como as alterações podem ser feitas rapidamente nos projetos, os sistemas de CAD podem melhorar consideravelmente a flexibilidade da atividade de projeto, permitindo que as modificações sejam feitas muito mais rapidamente. O uso de bibliotecas padronizadas de formas e entidades pode ainda reduzir a possibilidade de erros no projeto. Talvez o CAD possa ser visto mais significativamente como uma ferramenta para teste de protótipos do que para desenho. Na realidade, o projetista está modelando o projeto para avaliar sua adequabilidade antes da produção concreta.

Benefícios do projeto interativo

Retornemos a um dos primeiros pontos deste capítulo, ou seja, que na prática ocorre um erro ao se separar o projeto dos produtos e serviços do projeto dos processos que os produzem. Em outras palavras, os gerentes de operações deveriam ter algum

envolvimento desde a avaliação inicial do conceito até a produção do produto ou serviço e sua introdução no mercado. O ato de fundir o projeto de produtos/serviços e o dos processos que os produzem às vezes é chamado projeto interativo.

Os benefícios do projeto interativo são mais bem descritos em termos do tempo utilizado para toda a atividade de projeto, desde o conceito até a introdução no mercado. Isto, em geral, é chamado tempo até o lançamento (TTM – *time to market*). O argumento a favor da redução do tempo até o lançamento é simplesmente que isso aumenta a vantagem competitiva. Por exemplo, se uma empresa leva cinco anos para desenvolver um produto desde o conceito até a comercialização, com determinado conjunto de recursos, ela somente pode introduzir um novo produto uma vez a cada cinco anos. Se seu concorrente desenvolver produtos em três anos, este poderá introduzir seu novo produto, com seu (supostamente) desempenho melhorado, uma vez a cada três anos. Isto significa que o concorrente não precisa fazer aperfeiçoamentos tão radicais no desempenho cada vez que introduzir um novo produto, porque está introduzindo seus novos produtos com maior freqüência. Em outras palavras, menores tempos até o lançamento significam que as empresas têm mais oportunidade para melhorar o desempenho de seus produtos ou serviços.

Além disso se uma empresa lançar seus produtos e serviços depois de seus concorrentes, os efeitos serão sentidos em seus custos, em sua receita e, portanto, em sua rentabilidade global. Se o processo de desenvolvimento levar mais tempo do que o esperado (ou mesmo pior, mais tempo do que os concorrentes), dois efeitos têm probabilidade de ocorrer. O primeiro é que os custos de desenvolvimento aumentarão. Ter de usar recursos de desenvolvimento, como projetistas, técnicos, fornecedores e assim por diante, por um período de desenvolvimento mais longo, em geral, aumenta os custos de desenvolvimento. Talvez mais grave, a introdução tardia do produto ou serviço atrasará a receita de sua venda (e possivelmente reduzirá a receita total substancialmente, se os concorrentes já tiverem conquistado o mercado com seus próprios produtos ou serviços). O efeito líquido disso poderia ser não somente uma considerável redução nas vendas, mas também uma rentabilidade menor – um resultado que poderia prolongar consideravelmente o tempo para atingir o ponto de equilíbrio (*break-even point*) de seu investimento no novo produto ou serviço. Isto é ilustrado na Figura 5.16.

Foram sugeridos diversos fatores que podem reduzir significativamente o tempo até o lançamento de um produto ou serviço, incluindo os seguintes:

- desenvolvimento simultâneo de várias etapas no processo global;
- resolução rápida de conflitos e incertezas de projeto;
- uma estrutura organizacional que reflete o desenvolvimento do projeto.

Desenvolvimento simultâneo

Neste capítulo, já descrevemos o processo de projeto como, essencialmente, um conjunto de etapas individuais pré-determinadas. Algumas vezes, uma etapa é concluída antes que a próxima comece. Esta abordagem passo a passo, ou *seqüencial*, era a forma tradicional de desenvolvimento de produtos/serviços. Tem algumas vantagens. É fácil gerenciar e controlar os projetos organizados desta forma, desde que cada etapa esteja claramente definida. Além disso, como cada etapa está concluída antes que a próxima comece, cada etapa pode focalizar suas capacidades e experiências em um conjunto limitado de tarefas. O principal problema da abordagem seqüencial é que

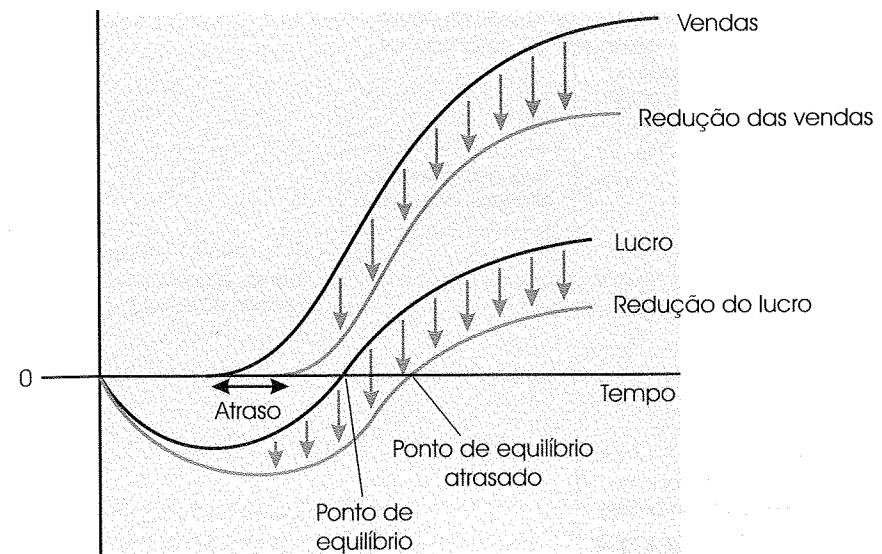


Figura 5.16 Demora no desenvolvimento e projeto aumenta os custos e reduz as vendas e os lucros.

consume muito tempo e é dispendiosa. Quando cada etapa é separada, com um conjunto claramente definido de tarefas, quaisquer dificuldades encontradas durante o projeto em uma etapa podem exigir que o projeto fique parado, enquanto a responsabilidade volta para a etapa anterior. Esta abordagem seqüencial é mostrada na Figura 5.17 (a).

Em geral, há pouca necessidade real de esperar a finalização absoluta de uma etapa para que a outra comece. Por exemplo, talvez, enquanto o conceito esteja sendo criado, a atividade de triagem e seleção possa ser iniciada. Talvez tenha que ser uma avaliação grosseira, mas, apesar disso, é provável que alguns conceitos possam ser julgados como “inviáveis” relativamente cedo no processo de geração de idéias. Analogamente, durante a etapa de triagem, é provável que alguns aspectos do projeto se tornem óbvios antes que a fase esteja totalmente completa. Por isso, o trabalho preliminar nessas partes do projeto poderia ser iniciado antes do fim do processo final de triagem e seleção. Este princípio pode ser considerado através de todas as etapas de projeto. Em outras palavras, uma etapa começa antes que a anterior esteja concluída, de forma que haja trabalho simultâneo ou concorrente nas etapas (veja Figura 5.17 (b)).

ENGENHARIA SIMULTÂNEA

O que denominamos desenvolvimento simultâneo em geral é chamado engenharia simultânea (ou concorrente) em operações de manufatura. Embora não haja nenhuma definição de engenharia simultânea aceita universalmente, as visões da maioria das organizações são razoavelmente semelhantes. Por exemplo, as seguintes citações dão uma idéia de como o termo é compreendido.

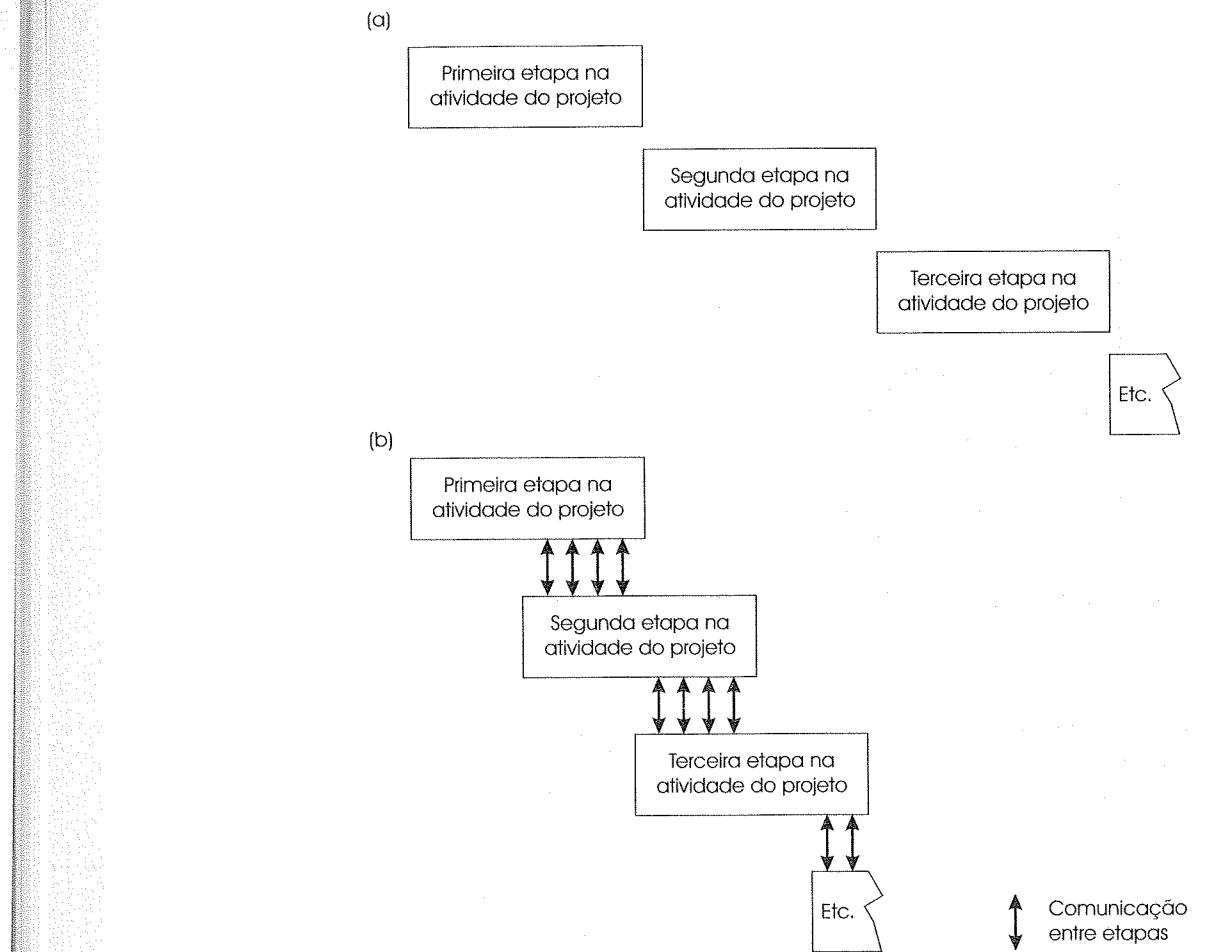


Figura 5.17 (a) Arranjo seqüencial das etapas na atividade de projeto, (b) arranjo simultâneo das etapas na atividade de projeto.

"Engenharia simultânea significa que as pessoas que projetam ou fabricam produtos trabalham com os mesmos objetivos e o mesmo senso de valores para atacar os mesmos problemas entusiasticamente desde as primeiras fases. Os objetivos são redução do tempo de desenvolvimento, projeto para a manufatura, desenvolvimento de produto e desenvolvimento de tecnologias avançadas de produção. A medida comum de valor é a satisfação dos clientes, que é uma das filosofias corporativas da empresa."¹⁰

"A engenharia simultânea procura otimizar o projeto do produto e do processo de manufatura para conseguir reduzir tempos de desenvolvimento e melhorar a qualidade e os custos através da integração das atividades de projeto e manufatura e da maximização do paralelismo nas práticas de trabalho."¹¹

10. YAMAZOE, T. Simultaneous engineering: a Nissan perspective. In: *The proceedings of the first international conference on simultaneous engineering*. Londres, 1990. p. 73-80.

11. BROUGHTON, T. Simultaneous engineering in aero gas turbine design and manufacture. In: *The proceedings of the first international conference on simultaneous engineering*. Londres, 1990. p. 25-36.

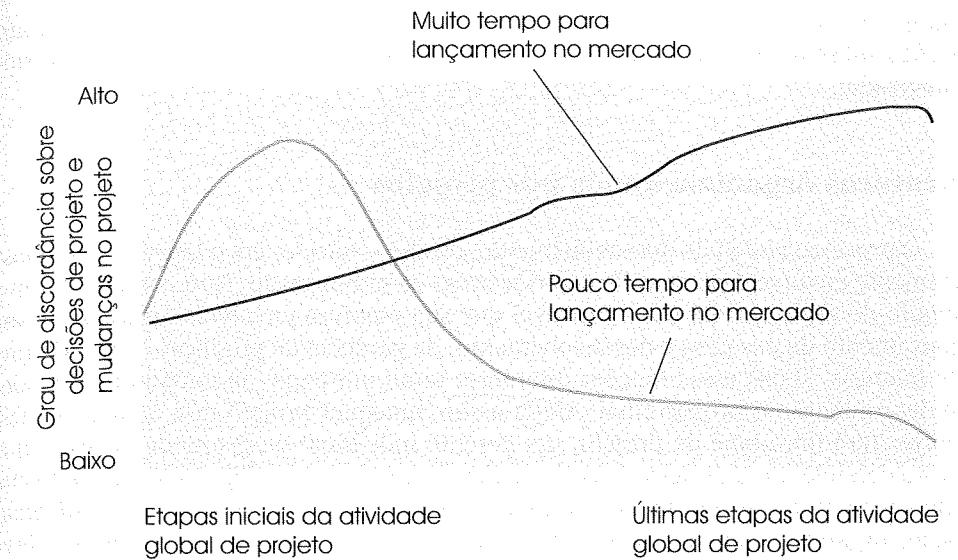


Figura 5.18 Eliminar problemas rapidamente economiza maiores perturbações posteriores na atividade de projeto.

"Processos de decisão burocráticos e incômodos em desenvolvimento de produtos e serviços podem sufocar a competência técnica. Uma das razões freqüentemente citadas, pela qual a IBM não conseguiu dominar o mercado de computadores pessoais, apesar de ter determinado o padrão para tais produtos, é que foi empurrada para fora do mercado por concorrentes menores, mais ágeis e competentes. Em geral, os produtos simplesmente chegaram ao mercado demasiado tarde. Os produtos teriam chegado mais ou menos um ano depois da data em que teriam sido uma boa idéia."¹²

Resolução rápida de conflitos

Caracterizar a atividade de projeto como uma série coerente de decisões é uma maneira útil de pensar sobre projetos. A decisão, entretanto, uma vez tomada, não precisa comprometer totalmente a organização. Por exemplo, se uma equipe de projeto está projetando um novo aspirador de pó, a decisão de adotar um estilo e tipo de motor elétrico específico pode ter parecido razoável no momento em que a decisão foi tomada, mas pode ter que ser mudada depois, à luz de nova informação. Poderia ser o surgimento de um novo motor elétrico, claramente superior ao inicialmente selecionado. Sob estas circunstâncias, os projetistas podem muito bem mudar sua decisão.

Há, entretanto, outras razões, mais fáceis de evitar, pelas quais os projetistas podem mudar suas opiniões durante a atividade de projeto. Talvez uma das decisões iniciais de projeto não tenha sido suficientemente discutida entre o pessoal da organização que tivesse uma contribuição válida para fazer. Também pode ter ocorrido que, no momento da tomada de decisão, houvesse consenso insuficiente para formalizá-la e

12. MAY, M. Big Blue and the little meanies. *Times*, 29 Jan. 1993.

a equipe de projeto tenha decidido continuar sem formalizar a decisão. Ainda assim, decisões subsequentes podem ter sido feitas como se a decisão anterior tivesse sido formalizada.

Estruturas organizacionais por projetos

O processo global de desenvolvimento, desde o conceito até o lançamento, quase certamente envolverá pessoas de diversas áreas da organização. Para continuar com o exemplo do aspirador de pó, é provável que sua empresa envolvesse pessoas de seu departamento de pesquisa e desenvolvimento, da gerência da produção, de marketing e de finanças. Todas essas funções diferentes terão um papel na tomada de decisões que determinarão o projeto final. Ainda assim, qualquer projeto terá uma existência própria. Terá um nome de projeto, um gerente individual ou grupo de pessoas, que estarão defendendo o projeto, um orçamento e, espera-se, um objetivo estratégico claro na organização. A questão organizacional é qual dessas duas idéias – as diversas funções organizacionais que contribuem para o projeto ou o próprio projeto – deve dominar a forma de administração da atividade de projeto.

Antes de responder a esta questão, é conveniente observar a gama de estruturas organizacionais que existem – desde a funcional pura até as formas de projeto puro. Em uma organização funcional pura, todo o pessoal associado ao projeto está alocado sem ambigüidade em seus grupos funcionais. Não há nenhum grupo “do projeto”. Podem estar trabalhando em tempo integral no projeto, mas todas as comunicações e ligações são realizadas através de seus gerentes funcionais. O projeto existe devido ao acordo entre esses gerentes funcionais.

No outro extremo, todos os membros individuais de cada função que estão envolvidos no projeto saem de suas funções e talvez, mesmo fisicamente, são realocados a uma “força-tarefa” dedicada somente ao projeto. A força-tarefa pode ser conduzida por um gerente de projeto, que pode ser responsável por todo o orçamento alocado ao projeto.

Entre esses dois extremos há vários tipos de organização “matricial” com ênfase variável nesses dois aspectos da organização (veja Figura 5.19).

Embora a organização do tipo de “força-tarefa”, especialmente para pequenos projetos, possa ser às vezes um pouco incômoda, parece haver consenso geral que, para projetos grandes pelo menos, é mais efetiva para reduzir o tempo total até o lançamento.¹³

Resumo

- O projeto de produtos e serviços consiste na transformação de idéias de novos produtos ou serviços em uma especificação detalhada. As idéias para novos produtos e serviços podem surgir de dentro da organização, do departamento de P&D ou de qualquer pessoa da empresa ou de fora da organização, dos consumidores ou como resultado da ação dos concorrentes.

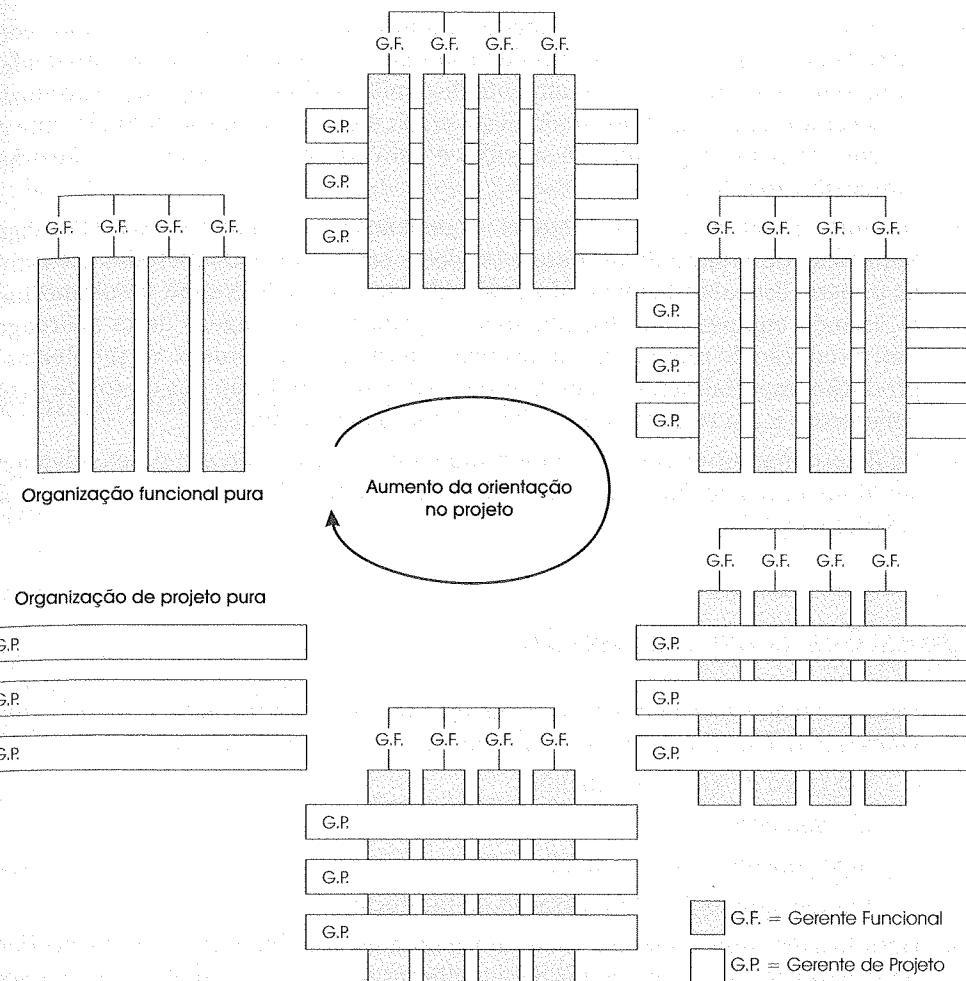


Figura 5.19 Estruturas organizacionais para a atividade projeto.

- As idéias precisam ser transformadas em um conceito de produto ou serviço, indicando forma, função, objetivo e benefícios das idéias. Nem todos os conceitos são aceitáveis, por isso são triados em termos amplos, para tentar assegurar que são acréscimos razoáveis ao portfólio de produtos/serviços, que são viáveis, aceitáveis e estão dentro dos limites de risco aceitável.
- O conceito aceito é depois transformado em um pacote e em um projeto de processo preliminares. Isto envolve a identificação de todas as partes componentes do produto ou serviço, a forma como se ajustam entre si e as quantidades necessárias. O projeto de processo é auxiliado por documentação ou desenhos, técnicas que incluem diagramas de fluxo de processo, folhas de roteiro e estrutura de processamento dos clientes.
- O projeto preliminar resultante é então avaliado para se verificar se pode ser feito de uma maneira melhor, de forma mais barata ou mais facilmente – por exemplo, usando técnicas como o desdobramento da função qualidade, engenharia de valor e os métodos de Taguchi.

- O projeto aceito por todos é testado, usando simulações em computador como CAD, testes de mercado ou testes de protótipo. Como resultado dessa atividade, o projeto pode ser revisado e finalmente disponibilizado para a operação produzir e fornecer aos clientes. O resultado desta etapa é uma especificação totalmente desenvolvida para os produtos e serviços e para os processos que os produzirão e fornecerão aos clientes.
- Durante os últimos anos, muitas organizações afastaram-se da abordagem seqüencial de projeto de produto e serviço e estão aplicando métodos interativos de projeto. Esta abordagem realiza parte de cada etapa de projeto simultaneamente, usando equipes multidisciplinares. As principais vantagens desta abordagem são: a redução do tempo até o lançamento, a redução do número de problemas de produção, especialmente problemas de qualidade, a redução dos custos de desenvolvimento e um retorno sobre o investimento mais rápido.
- Os determinantes-chave do menor tempo até o lançamento são desenvolvimento simultâneo, resolução rápida de conflitos e organização por projetos para as atividades de projeto.

Questões para discussão

1. Descreva o que você pensa ser o conceito, o pacote e os processos principais envolvidos na criação/produção ou fornecimento dos seguintes itens:
 - um carro de alto desempenho
 - um vôo aéreo
 - uma consulta com o dentista
 - um livro-texto de administração de produção.
2. Usando seus conhecimentos como um cliente de uma biblioteca da universidade, tente gerar três novas maneiras para melhorar os serviços da biblioteca para você. Discuta a aceitabilidade, a praticidade e a viabilidade de cada um.
3. Desmonte um produto simples, como uma caneta ou um cassete velho. Explique como pode ter sido montado (engenharia reversa) e verifique se você pode melhorar seu projeto.
4. Explique a diferença entre uma idéia e um conceito. Um cabeleireiro está analisando a alternativa de abrir um salão em um campus. Desenvolva esta idéia de acordo com o que você pensa que possa ser um conceito aceitável, prático e viável.
5. Desenhe um diagrama de fluxo de informações, descrevendo os processos de decisão envolvidos em uma decisão que você deve tomar com freqüência, como o que fazer à noite. Avalie a complexidade e a perfeição do diagrama.
6. Aplique o desdobramento da função qualidade a um produto ou serviço de sua escolha e avalie quão bem ele parece atender a suas necessidades percebidas.
7. Por que é difícil ou inadequado separar o projeto de um produto ou o serviço do projeto do processo que o produz?
8. Leia o quadro sobre o projeto do Multimix da Braun no início deste capítulo e responda às seguintes perguntas:
 - a. Em que grau os “Princípios de projeto da Braun” parecem incorporar elementos de:

projeto para manufatura
padronização
engenharia simultânea
desdobramento da função qualidade.

- b. Quais são os objetivos de desempenho mais importantes para a Braun?
- c. A Braun escolheu realizar a maior parte de suas operações de manufatura na Europa e muitas delas na Alemanha. Quais são as consequências desta política para o projeto dos produtos da companhia?

Leituras complementares selecionadas

- ALBRECHT, D., BRADFORD, L. J. *The service advantage*. Dow Jones Irwin, 1990.
- BITNER, M. J. Servicescapes: the impact of physical surroundings on customers and employees. *Journal of Marketing*, v. 56, p. 57-71, Abr. 1992.
- CHASE, R. B. The service factory: a future vision. *International Journal of Service Industry Management*, v. 2, nº 3, p. 60-70, 1991.
- DEAN, J. H., SUSMAN, G. I. Organizing for manufacturable design. *Harvard Business Review*, v. 67, nº 1, p.28-36, Jan./Feb. 1984.
- GROOVER, M. P., ZIMMERS, E. W. *CAD/CAM Computer-aided design and manufacturing*. Prentice-Hall, 1984.
- HESKETT, J. L., SASSER, W. E., HART, C. W. L. *Service breakthroughs: changing the rules of the game*. Free, 1990.
- KINGMAN-BUNDAGE, J. The ABCs of service system blueprinting. In: BITNER, M. J., CROSBY, L. (Orgs.) *Designing a winning service strategy*. American Marketing Association. 1989. Também pode ser encontrado em LOVELOCK, C. H. *Managing services*. 2. ed. Prentice-Hall International, 1992.
- SHOSTACK, G. L. Designing services that deliver. *Harvard Business Review*, v. 62, nº 1, p.133-139, Jan./Feb. 1984.
- _____. Service positioning through structural change. *Journal of Marketing*, v. 51, p. 34-43, Jan. 1987.
- WHITNEY, D. E. Manufacturing by design. *Harvard Business Review*, v. 66, nº 4, p. 83-91, Jan./Feb. 1988.

6

PROJETO DA REDE DE OPERAÇÕES PRODUTIVAS

INTRODUÇÃO

Nenhuma operação produtiva ou parte dela, existe isoladamente. Todas as operações fazem parte de uma rede maior, interconectadas com outras operações. Esta rede inclui fornecedores e clientes. Também inclui fornecedores dos fornecedores e clientes dos clientes e assim por diante. Em nível estratégico, os gerentes de produção estão envolvidos em “projetar” a forma e a configuração da rede na qual a operação está inserida. Estas decisões de projeto da rede começam com a definição dos objetivos estratégicos para a posição da operação na rede. Isto ajuda a determinar o quanto uma operação escolhe ser “verticalmente integrada” na rede, a localização de cada operação dentro da rede e a capacidade de cada parte da rede. Este capítulo trata de todas essas decisões estratégicas de projeto no contexto das redes de operações (veja Figura 6.1).

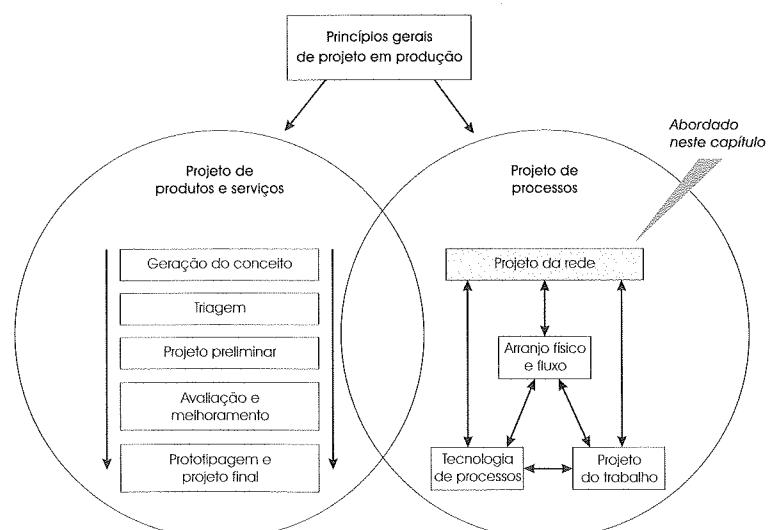


Figura 6.1 Atividades de projeto na administração de produção abordadas neste capítulo.
144

OBJETIVOS

Este capítulo examina:

- a natureza das redes de operações e o conceito das partes da rede, do “lado do fornecimento” e do “lado da demanda”;
- as vantagens de considerar uma perspectiva de rede ao tomar essas decisões estratégicas de projeto;
- a direção, grau e equilíbrio da integração vertical da operação produtiva e como esses fatores podem afetar seu desempenho;
- a localização das operações produtivas e como as influências dos lados de fornecimento e demanda determinam as decisões de localização;
- como é determinado o nível de capacidade da produção e como os níveis de capacidade são alterados a longo prazo à medida que a demanda varia com o tempo.

Perspectiva da rede

Começamos nosso tratamento do projeto de processos de transformação definindo a operação produtiva no contexto de todas as outras operações com as quais interage, algumas das quais são seus fornecedores e outras seus clientes. Materiais, peças, conjuntos montados, informações, idéias e às vezes pessoas, tudo flui através da rede de relações cliente-fornecedor formada por essas operações. No *lado do fornecimento* uma operação tem seus fornecedores de peças ou informações ou serviços. Estes fornecedores têm seus próprios fornecedores, que, por sua vez, também têm fornecedores etc. No *lado da demanda* a operação tem clientes. Estes clientes podem não ser os clientes finais dos produtos ou serviços da operação; podem ter seu próprio conjunto de clientes.

A Figura 6.2 ilustra uma dessas redes.

Junto com o fluxo de bens dos fornecedores para os clientes da rede, cada elo da rede enviará, no sentido inverso, pedidos e informações para seus fornecedores. Quando os estoques se reduzem, os varejistas fazem pedidos ao atacadista ou diretamente ao fabricante. O atacadista, da mesma forma, fará pedidos ao fabricante, que por sua vez fará pedidos a seus fornecedores, que completarão seus próprios estoques com os produtos que recebem de seus fornecedores. É um processo de duas vias, com bens fluindo em um sentido e informações no sentido contrário.

Não são somente os fabricantes que são parte de uma rede de suprimentos. As operações de serviços também têm fornecedores e clientes, que por sua vez também têm seus próprios fornecedores e clientes. A Figura 6.3 mostra a rede de suprimentos de uma operação que administra um *shopping center*.

Neste caso também há um fluxo de informações dos clientes para os fornecedores para apoiar o fluxo de serviços dos fornecedores para os clientes. Este fluxo de informações será ligeiramente diferente daquele na rede de artigos de plástico descrita anteriormente. Os clientes ainda farão “pedidos” aos fornecedores, mas com menor freqüência. Por exemplo, cada ano um contrato será negociado entre o *shopping center* e a companhia de seguros. A maior parte das informações serão informações de monito-

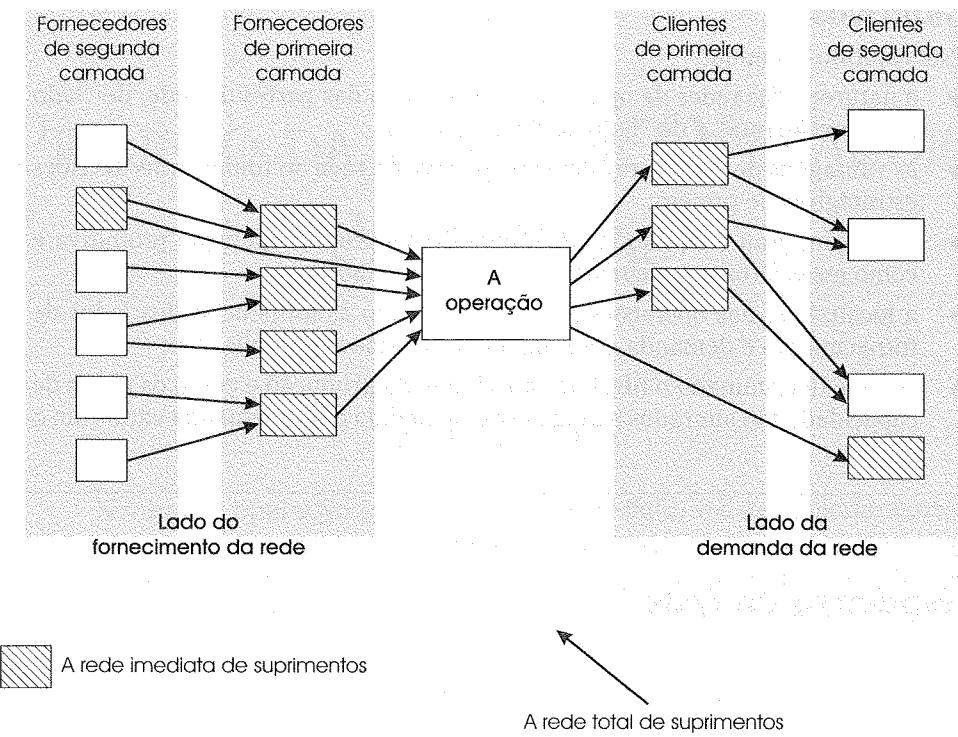


Figura 6.2 Redes total e imediata de suprimentos.

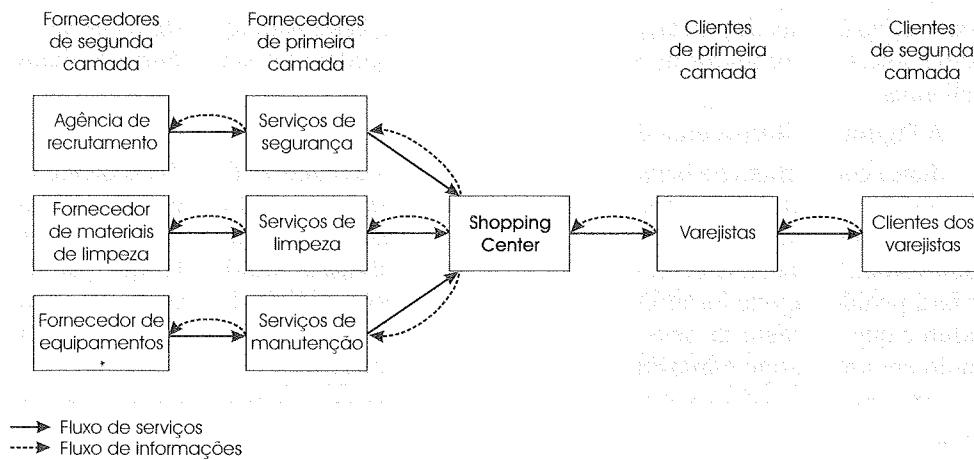


Figura 6.3 Rede de operações de um shopping center.

ramento do desempenho, como a verificação regular da limpeza das instalações e o retorno das informações à empresa de limpeza.

Por que considerar toda a rede?

Em seu nível mais estratégico a atividade de projeto em administração de produção deve incluir toda a rede da qual uma operação faz parte. Há três razões importantes para isso.¹

- Ajuda a empresa a compreender como pode competir efetivamente.
- Ajuda a identificar ligações entre nós especialmente significativas na rede.
- Ajuda a empresa a focalizar uma perspectiva de longo prazo na rede.

COMPREENDENDO A COMPETITIVIDADE

Faz sentido que os clientes e fornecedores imediatos sejam a principal preocupação de empresas com mentalidade competitiva. Algumas vezes, entretanto, precisam olhar além dessas relações imediatas e verem-se no contexto da rede como um todo. Isto ajuda a compreender porque os clientes e fornecedores agem da forma como agem. Toda empresa tem somente duas opções se deseja compreender seus consumidores finais ao final da rede. Primeiro, ela pode confiar em todos os clientes e clientes dos clientes intermediários etc., que formam os elos da rede entre a companhia e os consumidores finais, para transmitir eficientemente à rede as necessidades destes consumidores finais. Em segundo lugar, pode tomar para si a responsabilidade de entender como os relacionamentos cliente/fornecedor transmitem suas necessidades competitivas através da rede. Cada vez mais as organizações estão seguindo o último caminho.

IDENTIFICANDO LIGAÇÕES SIGNIFICATIVAS NA REDE

A chave para entender redes de suprimentos consiste na identificação das partes da rede que contribuem para os objetivos de desempenho valorizados pelos consumidores finais. Todas as análises de redes devem começar, portanto, com uma compreensão dos elementos de competitividade a "jusante" da rede. Depois disso, as partes da rede que mais contribuem para o serviço ao consumidor final precisam ser identificadas. Esta análise provavelmente mostrará que todos os elos da rede contribuem com alguma coisa, mas as contribuições não serão igualmente significativas. Cada parte da rede pode compreender o que é importante, mas nem todas as partes estão em posição de poder ajudar.

Decisões de projeto da rede

É útil considerar as organizações como fazendo parte de uma rede de clientes e fornecedores, porque fazer isso sugere três decisões de projeto especialmente impor-

1. JONES, C. Cross-boundary supply chain management. *Professional Engineer*, v. 3, nº 5, 1990.

tantes. Estas são as mais estratégicas de todas as decisões de projeto tratadas nesta parte do livro e por isso não são decisões tomadas com muita freqüência. É necessário entendê-las neste ponto, entretanto, porque, tendo um impacto especialmente significativo na estratégia da organização, elas estabelecem o contexto no qual todas as outras decisões de projeto de processo são tomadas. As três decisões são:

1. Qual parte da rede a operação produtiva deveria possuir? Deveria possuir algum de seus fornecedores ou clientes? Por exemplo, a operação do *shopping center* pode escolher雇用 seu próprio pessoal de segurança em vez de comprar serviços de segurança de uma empresa especializada. Se fizer isto, está de fato assumindo um elo a mais da rede. Esta é uma decisão de *integração vertical* da organização.
2. Onde deve ser localizada cada operação da parte da rede pertencente à empresa? Se a empresa de artigos domésticos construir uma nova fábrica, esta deve estar próxima de seus fornecedores ou próxima de seus clientes ou em algum lugar entre eles? Como a empresa do *shopping center* deve escolher uma localização específica para seu *shopping*? Estas decisões são denominadas decisões de *localização das operações produtivas*.
3. Que capacidade de produção deve ter cada operação da parte da rede pertencente à empresa ao longo do tempo? Que tamanho deve ter a fábrica de artigos domésticos? Se precisar expandir-se, deverá fazê-lo em pequenos ou grandes incrementos de capacidade? Deve assegurar-se que em cada momento tem mais ou menos capacidade do que a demanda prevista? Estas decisões são chamadas decisões de *gestão de capacidade produtiva a longo prazo*.

No Capítulo 13 abordaremos os assuntos cotidianos mais operacionais da gestão de redes de operações. Neste capítulo abordaremos estas três decisões estratégicas interdependentes (veja Figura 6.4).

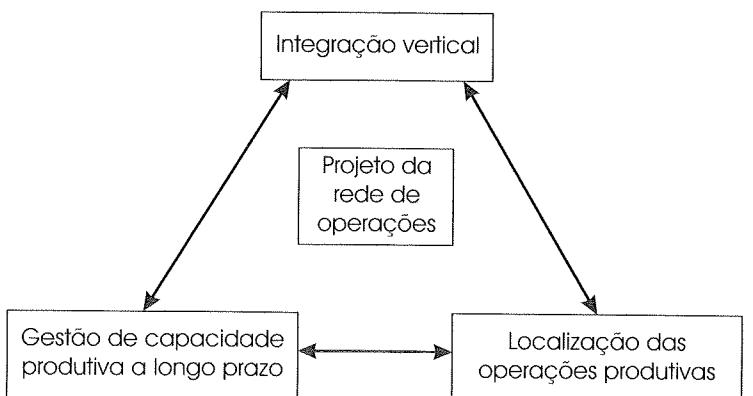


Figura 6.4 Áreas de decisão no projeto da rede de operações.

Integração vertical

Integração vertical é o grau de posse de uma organização da rede da qual faz parte. Em sentido estratégico, envolve a análise pela organização, da conveniência de adquirir fornecedores e/ou clientes. No nível de produtos ou serviços individuais, significa que a operação está decidindo se produz um componente individual específico ou se ela mesma realiza um serviço específico ou, alternativamente, compra-o de um fornecedor.

Os professores Hayes e Wheelwright da Harvard Business School² definem estratégia de integração vertical de uma organização em termos:

- da *direção* de qualquer expansão;
- da *amplitude* necessária do processo;
- do *equilíbrio* entre as etapas verticalmente integradas resultantes.

Localização da capacidade

Depois de decidir sobre a configuração de sua rede de operações através de decisões de integração vertical, uma organização deve escolher a localização de cada operação. A localização é a posição geográfica de uma operação relativamente aos recursos, a outras operações ou clientes com os quais interage. Algumas vezes parece não haver nenhuma razão lógica pela qual as operações estão onde estão. Não importa o que levou a essa localização geográfica específica, isto foi perdido ao longo da história da operação; o proprietário original pode ter desejado morar na região, por exemplo. Em outros casos é claro que a organização fez uma escolha deliberada quanto a sua localização. Qualquer supermercado nos arredores de uma cidade, por exemplo, somente foi localizado nessa região depois de considerável deliberação. Mesmo as operações que “estão aí porque estão”, estão implicitamente tomando uma decisão de não mudar-se. Provavelmente sua hipótese é que o custo e a ruptura envolvidos na mudança de localização não compensariam os benefícios potenciais de uma nova localização.

EURO DISNEY³

Do ponto de vista da Walt Disney Corporation, a decisão de investir no projeto Euro Disney foi uma das decisões de localização mais importantes que já fizeram. Na realidade a decisão foi tomada em duas partes. Primeiro, deveria a Disney abrir um de seus famosos e altamente bem-sucedidos parques temáticos na Europa? Segundo, se sim, onde na Europa, deveria ser localizado?

A decisão da Disney de repetir na Europa a fórmula que foi bem-sucedida na Califórnia e na Flórida foi influenciada parcialmente por suas experiências no Japão. A Disneylândia de Tóquio, aberta oficialmente em 1983, teve um enorme sucesso desde sua abertura. Atendeu as tendências japonesas para maior tem-

-
2. HAYES, R. H. WHEELWRIGHT, S. C. *Restoring our competitive edge*. Wiley, 1994.
 3. Fontes: *Unlucky or unwise?* Financial Times, 13 Nov. 1993 e LOVEMAM, G. *Euro Disney: the first 100 days*. Harvard Business School Case Study. 5-093-013.

po de lazer e apelou ao gosto japonês pela cultura popular americana. Também permitiu que os clientes japoneses passassem pela experiência Disney sem as despesas e transtornos de viajar para os Estados Unidos. Na Europa, entretanto, já havia um mercado bem estabelecido para férias na Flórida, que dizia respeito tanto à Disney como a outros parques temáticos. Para os turistas do Reino Unido, especialmente, a Flórida era somente um pouco mais cara do que viajar para a Euro Disney, com o benefício de melhor clima. Havia também uma diferença entre a visão japonesa dos temas da Disney e os da Europa. Muitas das histórias de Disney são baseadas em lendas européias. “Por que” disseram alguns críticos, “construir um castelo falso em um continente cheio de castelos reais? Por que construir um parque temático em um continente que em si mesmo já é um parque temático?”

Se algumas dúvidas perturbaram a Disney, elas foram vencidas. Em seguida decidiu onde na Europa ia construir o parque. Pelo menos dois lu-gares foram considerados – um na Espanha e outro na França. A vantagem da França é que estava numa localização mais central. A demografia da Europa significa que localizando seu parque temático 30 quilômetros a leste de Paris, ele estaria a uma distância de viagem relativamente fácil de literalmente milhões de clientes potenciais. Geograficamente, a Espanha era menos conveniente. Havia também, nessa parte da França, uma infra-estrutura de transporte que ainda foi melhorada pelo governo francês como um fator indutor. O governo francês ainda ofereceu à Disney numerosos outros fatores financeiros indutores, atribuindo baixos valores ao terreno para dar à empresa concessões em impostos.

A Espanha, geograficamente mais isolada e provavelmente incapaz de oferecer atratividade semelhante aos fatores indutores do governo francês, tinha, entretanto, a vantagem crítica de clima melhor e mais previsível. O que talvez não tenha sido previsto na época foi a hostilidade dos meios de comunicação franceses ao que alguns viam como o imperialismo cultural. O projeto foi chamado de “Chernobyl cultural” e descrito por um crítico francês como “um horror feito de papelão, plástico e cores apavorantes; uma construção de goma de mascar endurcida e folclore idiota extraído de livros cômicos escritos para americanos obesos”. Também houve algumas questões culturais relatadas no recrutamento e treinamento do pessoal (ou “elenco” como a Disney os chama). Nem todos os europeus (especialmente os franceses) foram tão receptivos aos códigos de comportamento e vestuário como seus equivalentes americanos nos empreendimentos Disney nos Estados Unidos.

Gestão da capacidade produtiva a longo prazo

Após a integração vertical da rede de operações e a localização de suas diversas operações ser decidida, o próximo conjunto de decisões diz respeito ao tamanho ou capacidade de cada parte da rede. Aqui trataremos capacidade em sentido amplo e a longo prazo. As questões específicas relativas à medição e ajuste da capacidade a médio e curto prazos são examinadas no Capítulo 11.

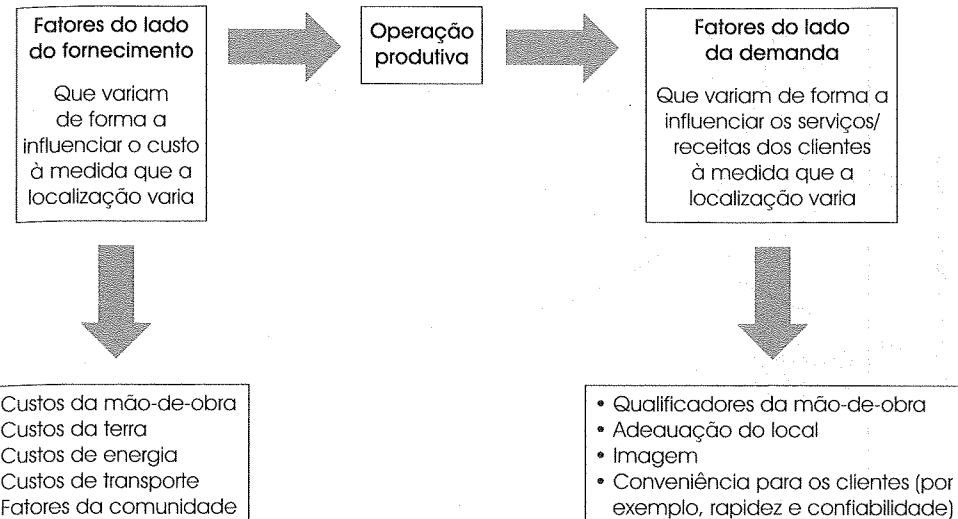


Figura 6.5 Fatores do lado do fornecimento e da demanda que influem nas decisões de localização.

Nível ótimo de capacidade

A maioria das organizações precisa decidir sobre o tamanho (em termos de capacidade) de cada uma de suas instalações. Uma empresa de ar-condicionado, por exemplo, pode operar fábricas com capacidades individuais (para mix de produtos normal) de 800 unidades por semana. Com níveis de atividade abaixo deste, o custo médio de produção de cada unidade aumentará, porque os custos fixos da fábrica estarão sendo cobertos por um menor número de unidades produzidas. A Figura 6.6 mostra a curva de custo teórico para a fábrica. Os custos totais de produção da fábrica têm alguns elementos que são fixos – estes existem independentemente da quantidade produzida. A inclinação da linha de custo total na Figura 6.6 representa o custo variável por unidade produzida – isto é, os custos incorridos pela fábrica para cada unidade que produz. Dividindo o custo total de qualquer nível de produção pelo volume produzido obtém-se o custo médio de produção para aquele nível de produção.

O custo médio de produção parece atingir seu ponto mínimo no nível máximo de capacidade, mas a curva de custo médio real pode ser diferente da mostrada na Figura 6.6 por diversas razões.

- Os custos fixos não são todos incorridos de uma vez quando a fábrica começa a operar. Em vez disso, ocorrem em vários momentos (chamados “pontos de quebra” de custos fixos) à medida que o volume aumenta. Isto torna mais descontínua a suave curva teórica de custo médio.
- Os níveis de produção podem ser aumentados acima da capacidade teórica da planta, através do uso de horas extras, por exemplo, ou subcontratando temporariamente alguma parte do trabalho.
- Pode haver penalizações menos óbvias em custo ao operar a fábrica em níveis próximos ou acima de sua capacidade nominal. Por exemplo, longos períodos de horas extras podem reduzir os níveis de produtividade, assim ter maior

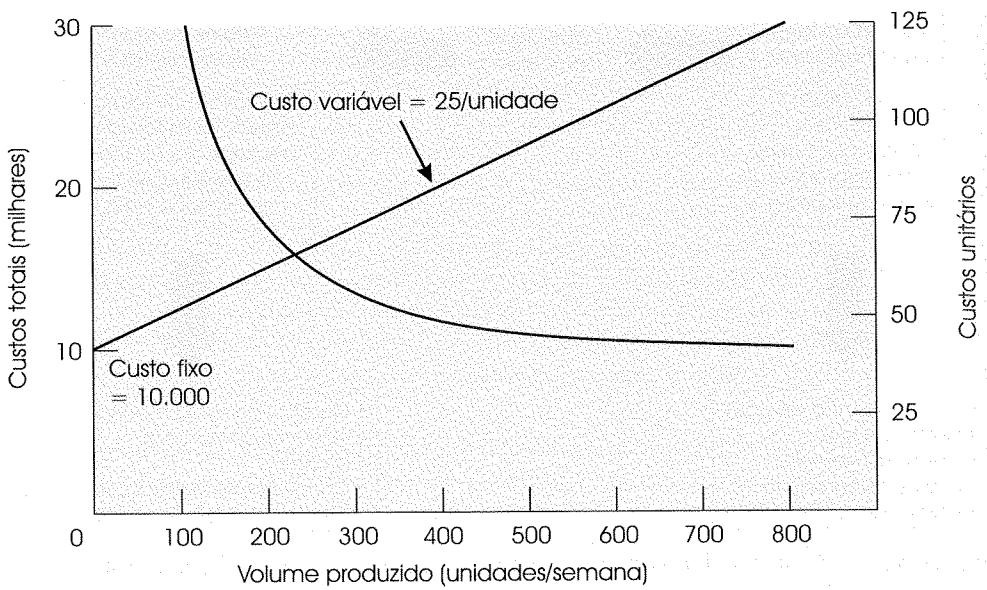


Figura 6.6 O custo unitário do produto varia à medida que varia o volume produzido.

custo com pagamentos extras ao pessoal; operar a planta durante longos períodos com tempo reduzido de manutenção pode aumentar a probabilidade de quebras e assim por diante. Isto normalmente significa que os custos médios começam a aumentar depois de um ponto que em geral será menor do que a capacidade teórica da planta.

A Figura 6.7 mostra uma aparência possível da curva de custo médio real (ajustada) de uma planta de 800 unidades por semana.

Uma relação similar ocorre entre as curvas de custo médio para fábrica de tamanho crescente. A Figura 6.8 ilustra uma série de curvas de custos médios. Primeiro, à medida que a capacidade nominal das fábricas aumenta, os pontos de custo mínimo reduzem-se. Há duas razões para isso.

- Os custos fixos de uma operação não aumentam proporcionalmente a sua capacidade. Os custos fixos de uma fábrica de 800 unidades são menores do que o dobro dos custos fixos de uma planta de 400 unidades.
- Os custos de capital para construir a planta não aumentam proporcionalmente à sua capacidade. O custo de construção de uma planta de 800 unidades é menor do que o dobro do custo de uma planta de 400 unidades.

Estes dois fatores, considerados conjuntamente, normalmente são denominados de *economias de escala*. Acima de certo tamanho, entretanto, o ponto de custo mínimo pode aumentar. Na ilustração da Figura 6.9, isto ocorre em fábricas com capacidade acima de 800 unidades. Isto ocorre devido ao que se denomina *deseconomias de escala*, das quais duas são especialmente importantes.

- Os custos de transporte podem ser altos para operações grandes. Por exemplo, se um fabricante fornecer a todo seu mercado europeu, a partir de uma fábrica grande na Dinamarca, todos os insumos deverão ser trazidos de di-

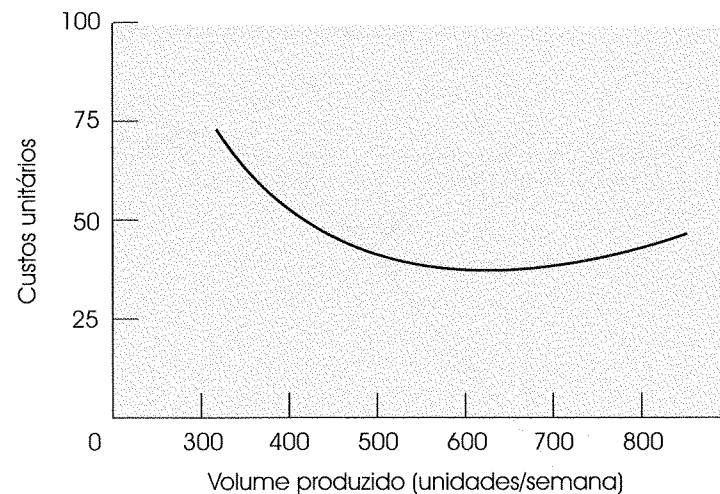


Figura 6.7 Custos unitários do produto considerando as deseconomias de escala.

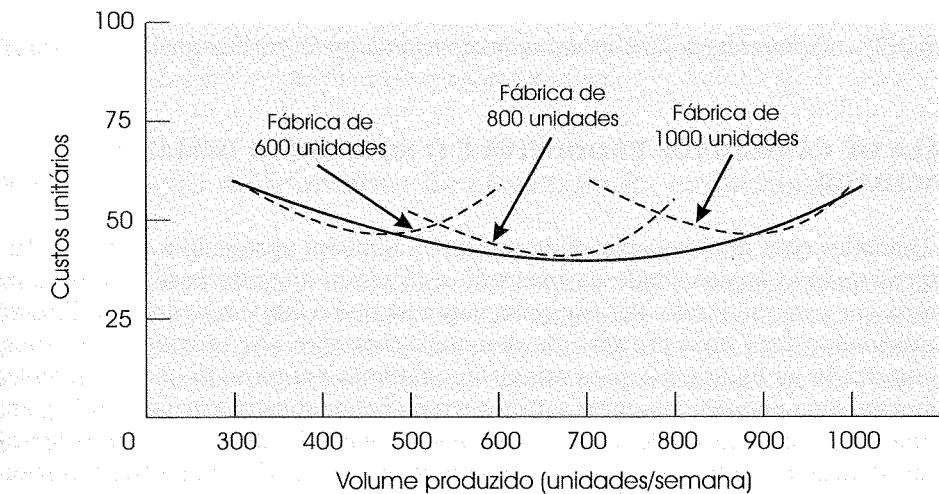


Figura 6.8 Custo unitário de curvas de volume de produção para fábricas com diferentes capacidades.

versos países para a única fábrica e todos os produtos enviados de lá para toda a Europa. Inversamente, se a empresa possuir três plantas menores situadas próximo a seus mercados e fornecedores importantes, os custos de transporte serão menores.

- Custos de complexidade aumentam com o tamanho. Os esforços de comunicação e coordenação necessários para gerenciar uma operação produtiva tendem a aumentar mais rapidamente do que a capacidade. Embora não considerados como um custo direto, podem ser muito significativos.

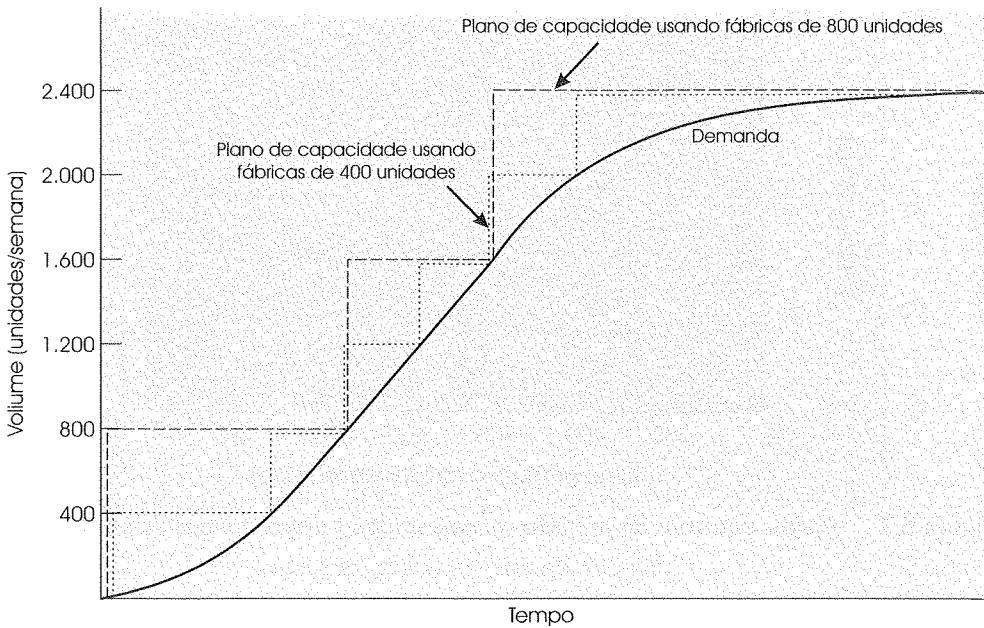


Figura 6.9 O tamanho dos incrementos de capacidade afeta a utilização de capacidade.

ESCALA DE CAPACIDADE PRODUTIVA E O EQUILÍBRIO DEMANDA-CAPACIDADE

Unidades com grande capacidade produtiva também apresentam algumas desvantagens quando a capacidade da operação está sendo alterada para atender uma demanda que está mudando. Por exemplo, suponha que o fabricante de aparelhos de ar-condicionado faça uma previsão de demanda crescente nos próximos três anos, como mostrado na Figura 6.9, para atingir um patamar em torno de 2.400 unidades por semana. Se a empresa procurar satisfazer toda a demanda construindo três plantas, cada uma com capacidade de 800 unidades, a companhia terá uma sobre-capacidade substancial durante a maior parte do período em que a demanda estiver crescendo. Sobre-capacidade significa baixa utilização de capacidade, que por sua vez significa maiores custos unitários (da curva de custo médio na Figura 6.6). Se a empresa construir fábricas menores, digamos de 400 unidades por semana, ainda haverá sobre-capacidade, mas em menor grau, o que significa maior utilização de capacidade e possivelmente menores custos.

Os riscos inerentes à alteração de capacidade usando grandes incrementos também podem ser altos. Por exemplo, se a demanda não atingir 2.400 unidades por semana, mas ficar no patamar de 2.000 unidades, a última planta de 800 unidades somente será utilizada 50%. Se, entretanto, forem construídas plantas de 400 unidades, a probabilidade é que a previsão super-ótima seja detectada em tempo de adiar ou cancelar a última planta, mantendo o equilíbrio entre a demanda e a capacidade (veja a Figura 6.10).

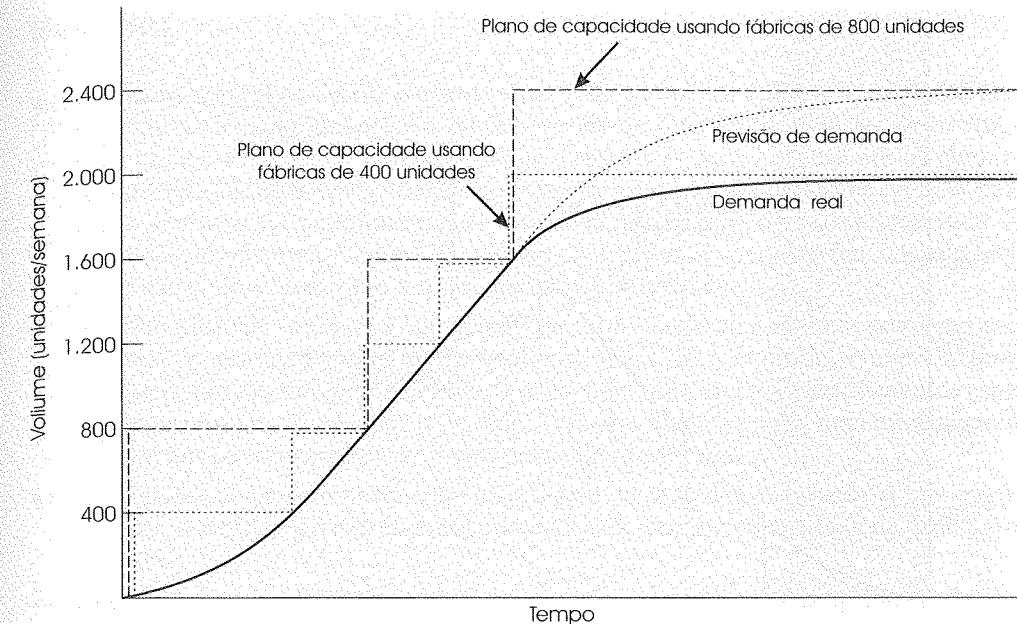


Figura 6.10 Incrementos de capacidade menores permitem ajustar o plano de capacidade para acomodar alterações na demanda.

Determinação do momento de alteração da capacidade

Alterar a capacidade de uma operação não é somente uma questão de decidir a respeito do melhor tamanho do incremento de capacidade. A operação também precisa decidir quando colocar para funcionar a nova capacidade. Por exemplo, a Figura 6.11 mostra a previsão de demanda para o novo aparelho de ar-condicionado. A companhia decidiu construir plantas de 400 unidades por semana para atender ao crescimento da demanda de seu novo produto. Para decidir quando as novas fábricas devem ser introduzidas, a empresa deve escolher uma posição entre as estratégias extremas.

- *Capacidade antecipada à demanda* – programar a introdução de capacidade de forma que sempre haja capacidade suficiente para atender à demanda prevista;
- *Capacidade acompanha a demanda* – a programação da introdução de capacidade de forma que a demanda sempre seja igual ou maior do que a capacidade.

A Figura 6.11 mostra essas duas estratégias extremas, mas na prática a empresa provavelmente adota uma atitude entre os dois extremos. Cada estratégia tem suas próprias vantagens e desvantagens. Estas são mostradas na Tabela 6.1. A abordagem real adotada por uma empresa dependerá de sua visão sobre essas vantagens e desvantagens. Por exemplo, se o acesso da empresa a fundos para aplicação em capital é limitado, é provável que ache relativamente mais atraente postergar a necessidade de gastos com capital, obtida com a estratégia de acompanhamento a demanda.

Resumo

- Todas as operações fazem parte de uma rede maior de clientes e fornecedores. Considerando uma perspectiva ampla, a rede de operações pode ser rastreada a suas fontes originais de bens e serviços e rastreada para a frente até os clientes finais. Todas as operações no lado do fornecimento e no da demanda de uma operação, considerados conjuntamente, são chamados a rede de suprimento total da operação. Os clientes e fornecedores com os quais uma operação tem contato imediato são conhecidos como a rede imediata de suprimentos.
- Existem diversas vantagens em considerar toda a rede na qual uma operação está inserida. A primeira é que ajuda qualquer operação a entender como ela pode competir mais efetivamente dentro da rede. Segundo, ajuda a identificar elos especialmente significativos dentro da rede. Terceiro, ajuda a companhia a focalizar-se em sua posição estratégica de longo prazo dentro da rede.
- As decisões de projeto neste nível estratégico da rede dizem respeito à integração vertical, à localização das diversas operações da rede e à capacidade de cada parte da rede.
- Integração vertical significa o grau em que uma organização é proprietária de partes da rede da qual faz parte. É definida por três decisões. A direção da propriedade pode ser em direção aos fornecedores ou aos clientes. O grau de propriedade (ou amplitude) pode ser focalizado estreitamente na operação original ou, no outro extremo, amplamente espalhada através da rede. O equilíbrio entre as etapas da rede pode envolver relacionamentos exclusivos nos quais cada etapa atende somente a seus próprios clientes da casa, ou alternativamente, nos quais cada etapa é livre para negociar com partes da rede que não são propriedade da organização.
- A integração vertical afeta todos os objetivos de desempenho, mas traz tanto benefícios como riscos para cada um.
- A decisão de localização pode ter efeitos na estrutura de custos de uma operação, no grau de atendimento de seus clientes e no potencial de obtenção de receitas da operação.
- O estímulo para mudar de localização e os custos que as organizações devem considerar quando escolhem uma nova localização podem ser divididos em influências do lado dos fornecedores e do lado da demanda. As influências do lado dos fornecedores são os fatores como mão-de-obra, terreno e custos de utilidades, que mudam com as mudanças de localização. As influências do lado da demanda incluem a imagem do local, sua conveniência para os clientes e a adequação do local em si.
- Todos esses fatores podem ser aplicados (em diferentes graus) em três níveis: a escolha do país ou região, a escolha de uma área no país ou região, a escolha de um local específico.
- As decisões de capacidade que precisam ser tomadas em uma rede compreendem escolher a capacidade ótima para cada local, balancear os diversos níveis de capacidade das operações na rede e programar as alterações da capacidade de cada parte da rede.

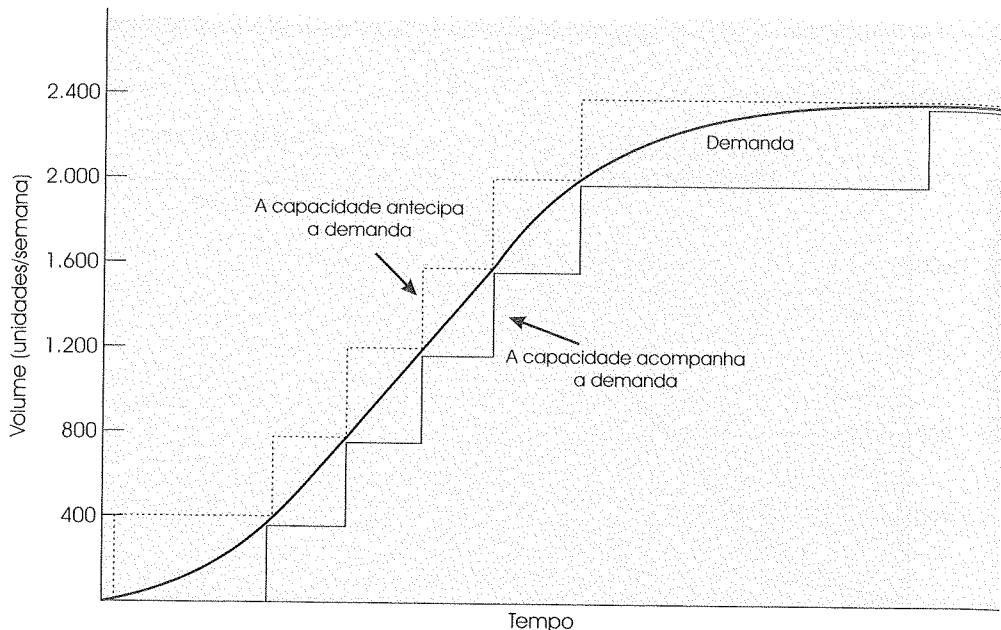


Figura 6.11 Estratégias de antecipação da capacidade à demanda e de acompanhamento da demanda pela capacidade.

Tabela 6.1 Argumentos a favor e contra as estratégias puras de antecipação da capacidade e acompanhamento da demanda.

Vantagens	Desvantagens
Estratégias de antecipação à demanda	
Sempre há capacidade suficiente para atender a demanda, logo a receita é maximizada e os clientes são satisfeitos.	A utilização das fábricas sempre é relativamente baixa, logo os custos são altos.
Na maior parte do tempo há um "pulmão de capacidade", que pode absorver demanda extra se as previsões foram pessimistas.	Riscos de sobrecapacidade maiores (ou mesmo permanentes), se a demanda não atingir os níveis previstos.
Quaisquer problemas na partida de novas unidades têm menor probabilidade de afetar o suprimento dos clientes.	Antecipação do desembolso de capital.
Estratégias de acompanhamento da demanda	
Sempre há demanda suficiente para manter as plantas funcionando a plena capacidade, sendo, portanto, minimizados os custos unitários.	Capacidade insuficiente para atender totalmente a demanda, logo redução das receitas e instalação dos clientes.
Problemas de sobre-capacidade são minimizados se as previsões foram otimistas.	Sem habilidade para aproveitar aumentos da demanda de curto prazo.
É adiado o desembolso de capital com as fábricas	Risco de falta ainda pior, se houver problemas de partida de novas unidades.

Questões para discussão

1. Converse com um gerente de produção e construa um diagrama representando a rede de suprimentos de sua organização. Como é monitorado o desempenho dos fornecedores?
2. Por que os gerentes de operações devem preocupar-se com toda a rede? Ilustre sua resposta, usando uma organização de sua própria escolha.
3. Explique o que é entendido como integração vertical. Explique como e por que a integração a montante e a jusante pode ser usada por uma companhia de férias para velejar situada no Litoral Norte de São Paulo.
4. A maioria das organizações poderia, se desejasse, escolher reduzir o grau de sua integração vertical. Para as operações seguintes, quais atividades você pensa que a organização poderia subcontratar se desejasse focalizar-se mais em sua atividade principal de atendimento aos clientes?
 - a. Uma biblioteca pública;
 - b. Um complexo de esportes;
 - c. Um restaurante de *fast-food*;
 - d. Um banco.
5. As empresas de prospecção de petróleo são as mais integradas do mundo. Para uma grande companhia petrolífera, como a BP ou a Shell, desenhe a rede de fornecedores desde as matérias-primas até os clientes finais. Em quais das atividades que você desenhou na rede você pensa que uma empresa como a Shell estaria envolvida? Por que você pensa que essas companhias são tão integradas verticalmente?
6. Junto com um colega, avalie a localização de dois ou três serviços concorrentes; por exemplo, supermercados, dentistas ou oficinas de consertos de carros. Realize sua avaliação individualmente e depois compare seus resultados e identifique e tente ajustar as diferenças nas avaliações e critérios. Há outros critérios de desempenho que compensam a má localização de uma organização?
7. A Vegocream Corporation decidiu ampliar suas operações da América do Norte para a Europa. A empresa vende no varejo sua gama completa de sorvetes com sabor de vegetais através de seus pontos de venda em ruas comerciais, onde atende clientes que se sentam no local e também pedidos para viagem. Quais decisões você pensa que a Vegocream deve tomar no planejamento de sua estratégia de localização? Delineie uma série de questões que você pensa que podem ser úteis à empresa, quando ela decide se arrenda um local específico quando este lhe é oferecido.
8. A localização sempre é considerada de importância especial em operações de varejo. Por que você acha que é assim?
9. Um advogado, apesar de não trabalhar tanto quanto gostaria, deseja triplicar o tamanho de seu escritório nos próximos cinco anos. Explique como isto pode ser conseguido e as vantagens e desvantagens de antecipar a capacidade ou acompanhar a demanda.
10. Por que a programação da expansão de capacidade afeta a rentabilidade de uma empresa e seu fluxo de caixa? Você acha que a estratégia que maximiza rentabilidade também proporciona o melhor desempenho de fluxo de caixa?

Leituras complementares selecionadas

- BARTLETT, C., GHOSHAL, S. *Managing across borders*. Harvard Business School Press, 1989.
- BLACKSTONE, W. H. Jr. *Capacity management*. South Western, 1989.
- BULOW, J. J. Holding Idle capacity to deter entry. *Economic Journal*, v. 95, Mar. 1985.
- CRAIG, C. S. et al. Models of the retail location process. *Journal of Retailing*, v. 60, nº 1, 1984.
- FREIDENFELDS, J. *Capacity expansion*. Elsevier-North Holland, 1981.
- GHOSH, A., CRAIG, C. S. Formulating retail location strategy in a changing environment. *Journal of Marketing*, v. 47, 1983.
- GOLDHAR, J. D., JELENEK, M. Plan for economies of scope. *Harvard Business Review*, v. 61, Nov./Dec. 1983.
- HAMMESFAHR, R. D. J., HOPE, J. A., ARDALAN, A. Strategic planning for production capacity. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 5, 1993.
- HAYES, R. H., WHEELWRIGHT, S. C. *Restoring our competitive edge*. Wiley, 1994.
- KANTER, R. M. Transcending business boundaries, 12000 world managers you change. *Harvard Business Review*, v. 91, May/June 1991.
- LAMMING, R. *Beyond partnership: strategies for innovation and lean supply*. Prentice-Hall, 1993.
- MANNE, A. S. *Investments for capacity expansion*. George Allen and Unwin, 1967.
- SASSER, W. E. Match supply and demand in service industries. *Harvard Business Review*, Nov./Dec. 1976.
- SCHMENNER, R. W. Before you build a big factory. *Harvard Business Review*, v. 54, July/Aug. 1976.
- SCHMENNER, R. W. *Making business location decisions*. Prentice-Hall, 1982.
- SUGIURA, H. How Honda localises its global strategy. *Sloan Management Review*, 1990.
- VOSS, C. A. The managerial challenges of integrated manufacturing. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, 1989.

7

ARRANJO FÍSICO E FLUXO

INTRODUÇÃO

O arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. Colocado de forma simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. O arranjo físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua “forma” e aparência. É aquilo que a maioria de nós notaria em primeiro lugar quando entrasse pela primeira vez em uma unidade de operação. Também determina a maneira segundo a qual os recursos transformados – materiais, informação e clientes – fluem através da operação. Mudanças relativamente pequenas na localização de uma máquina numa fábrica ou dos bens em um supermercado, ou a mudança de salas em um centro esportivo podem afetar o fluxo de materiais e pessoas atra-

vés da operação. Isto, por sua vez, pode afetar os custos e a eficácia geral da produção. A Figura 7.1 mostra o papel do arranjo físico no modelo geral de projeto em produção.

OBJETIVOS

Este capítulo examinará:

- o procedimento através do qual a produção finaliza o projeto pormenorizado de seu arranjo físico;
- a natureza dos tipos básicos de arranjo físico:
 - arranjo físico posicional;
 - arranjo físico por processo;
 - arranjo físico celular; e
 - arranjo físico por produto;
- as características de volume-variedade dos tipos básicos de arranjo físico;
- as vantagens e desvantagens de cada tipo básico de arranjo físico e as respectivas características de custos fixos e variáveis;
- as técnicas detalhadas de projeto que podem ser usadas para projetar cada um dos tipos de arranjo físico.

Procedimento de arranjo físico

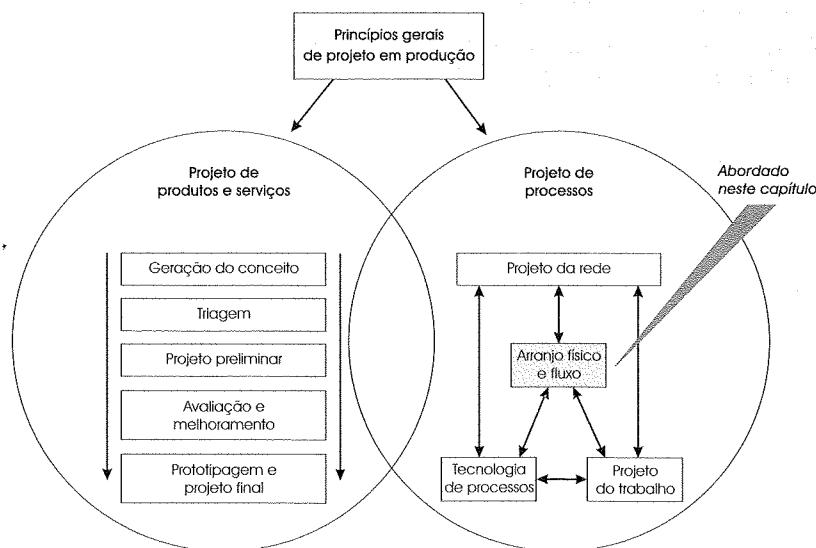
Há algumas razões práticas pelas quais as decisões de arranjo físico são importantes na maioria dos tipos de produção.

- Arranjo físico é freqüentemente uma atividade difícil e de longa duração devido às dimensões físicas dos recursos de transformação movidos.
- O re-arranjo físico de uma operação existente pode interromper seu funcionamento suave, levando à insatisfação do cliente ou a perdas na produção.
- Se o arranjo físico (examinado *a posteriori*) está errado, pode levar a padrões de fluxo excessivamente longos ou confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, tempos de processamento desnecessariamente longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos.

Selecione o tipo de processo

A primeira decisão a ser tomada foi descrita no Capítulo 4; trata-se da escolha do tipo de processo. Em termos amplos, é a característica de volume-variedade que dita o tipo de processo. Há, entretanto, freqüentemente, alguma superposição entre tipos de processo que podem ser utilizados para determinada posição do binômio volume-va-

160 Figura 7.1 Atividades de projeto em administração de produção cobertas neste capítulo.



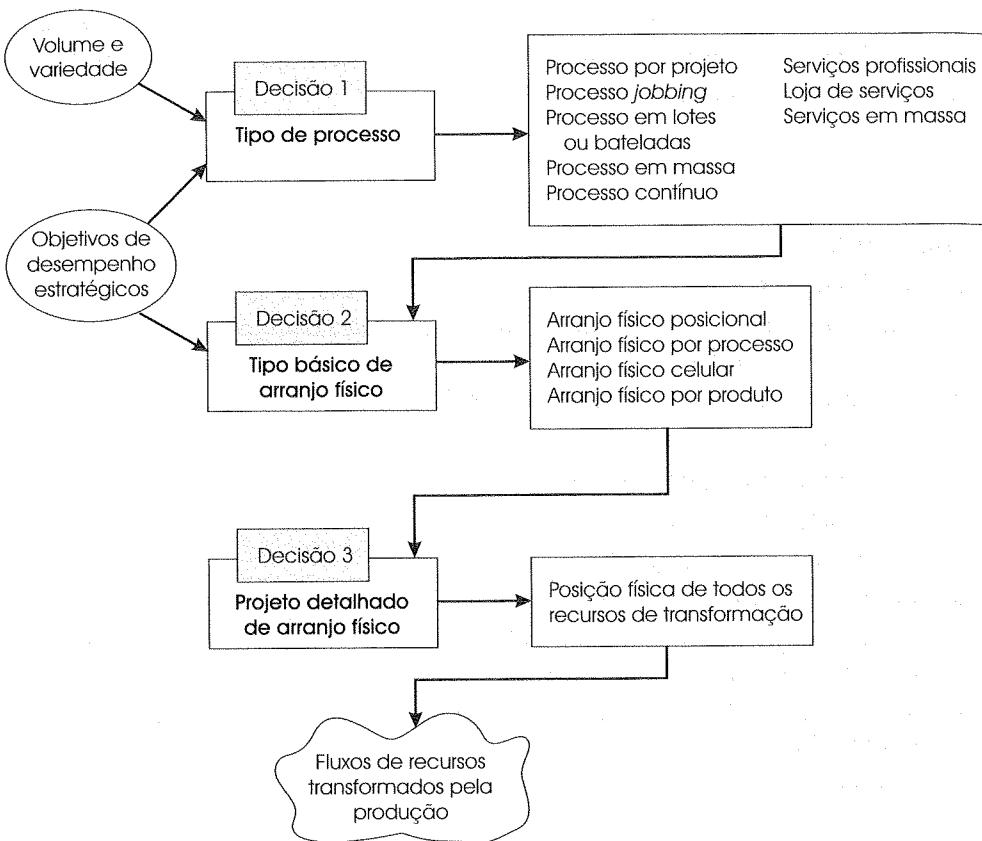


Figura 7.2 A decisão de arranjo físico.

riedade. Em casos em que mais do que um tipo de processo é possível, a importância relativa dos objetivos de desempenho da operação pode influenciar na decisão. Em geral, quanto mais importante for o objetivo custo para a operação, mais provável será que ela adote um tipo de processo próximo ao extremo alto volume-baixa variedade do espectro de tipos de processo.

Selecione o arranjo físico básico

Depois que o tipo de processo foi selecionado, o tipo básico de arranjo físico deve ser definido. O tipo básico de arranjo físico é a forma geral do arranjo de recursos produtivos da operação.

Há muitas maneiras diferentes de se arranjarem recursos produtivos de transformação. Além disso, a variedade de arranjos físicos parecerá ainda mais ampla do que na verdade é, porque alguns dos recursos individuais de transformação parecerão muito dessemelhantes. Sob estas condições, é difícil detectar as similaridades que se escondem sob estes aparentemente diversos arranjos físicos.

Apesar disso, a maioria dos arranjos físicos na prática deriva de apenas quatro tipos básicos de arranjo físico. São eles:

- arranjo físico posicional;
- arranjo físico por processo;
- arranjo físico celular;
- arranjo físico por produto.

A relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico não é totalmente determinística. Um tipo de processo não necessariamente implica um tipo específico de arranjo físico em particular. Como a Tabela 7.1 indica, cada tipo de processo pode adotar diferentes tipos básicos de arranjo físico.

Tabela 7.1 Relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico.

Tipos de processo de manufatura	Tipos básicos de arranjo físico	Tipos de processo de serviço
Processo por projeto	Arranjo físico posicional	Serviços profissionais
Processo tipo jobbing	Arranjo físico por processo	Loja de serviços
Processo tipo batch	Arranjo físico celular	
Processo em massa	Arranjo físico por produto	Serviços de massa
Processo contínuo		

Selecione o projeto detalhado de arranjo físico

Embora a escolha do tipo básico de arranjo físico governe a maneira geral segundo a qual os recursos vão ser arranjados uns em relação aos outros, ela não define precisamente a posição exata de cada elemento da operação. O estágio final na atividade de definição do arranjo físico é a definição do projeto detalhado de arranjo físico dos recursos. Há muitas técnicas que podem ajudar neste estágio, algumas das quais são descritas posteriormente neste capítulo.

Tipos básicos de arranjo físico

Arranjo físico posicional

Arranjo físico posicional (também conhecido como arranjo físico de posição fixa) é de certa forma uma contradição em termos, já que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores, mas o contrário. Em vez de materiais, informações ou clientes fluírem através de uma operação, quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se para a cena do processamento na medida do necessário. A razão para isso pode ser que o produto ou o sujeito do serviço sejam muito grandes para serem movidos de forma conveniente, ou podem ser (ou estar em um estado) muito delicados para serem movidos ou ainda podem objetar-se a serem movidos.

Por exemplo:

- *Construção de uma rodovia* – produto é muito grande para ser movido.
- *Cirurgia de coração aberto* – pacientes estão em um estado muito delicado para serem movidos.
- *Restaurante de alta classe* – clientes objetariam em mover-se para onde a comida é preparada.
- *Estaleiro* – produto muito grande para mover-se.
- *Manutenção de computador de grande porte* – produto muito grande e provavelmente também muito delicado para ser movido e o cliente poderia negar-se a trazê-lo para manutenção.

Arranjo físico por processo

O arranjo físico por processo é assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo físico. No arranjo por processo, processos similares (ou processos com necessidades similares) são localizados juntos um do outro. A razão pode ser que seja conveniente para a operação mantê-los juntos, ou que dessa forma a utilização dos recursos transformadores seja beneficiada. Isso significa que, quando produtos, informações ou clientes fluírem através da operação, eles percorrerão um roteiro de processo a processo, de acordo com suas necessidades. Diferentes produtos ou clientes terão diferentes necessidades e, portanto, percorrerão diferentes roteiros através da operação. Por essa razão, o padrão de fluxo na operação será bastante complexo.

Exemplos de arranjo físico por processo incluem:

- *Hospital* – alguns processos (e.g.: aparelhos de raios-X e laboratórios) são necessários a um grande número de diferentes tipos de pacientes; alguns processos (e.g.: alas gerais) podem atingir altos níveis de utilização de recursos (leitos e equipe de atendimento)
- *Usinagem de peças utilizadas em motores de aviões* – alguns processos (e.g.: tratamento térmico) necessitam de instalações especiais (para exaustão de fumaça, por exemplo); alguns processos (e.g.: *machining centres*) requerem suporte comum de preparadores/operadores de máquina; alguns processos (e.g.: esmerilhadeiras) atingem altos níveis de utilização, pois todas as peças que requerem operações de esmerilhamento passam por uma única seção.
- *Supermercado* – alguns processos, como a área que dispõe de vegetais enlatados, oferecem maior facilidade na reposição dos produtos se mantidos agrupados. Alguns setores, como o de comida congelada, necessita de tecnologia similar à de gabinetes refrigerados. Outras, como as áreas que dispõem de vegetais frescos, podem ser mantidos juntos, pois desta forma podem ser feitos mais atraentes aos olhos do cliente.

A Figura 7.3 mostra um arranjo físico por processo numa biblioteca de uma escola de administração de empresas.

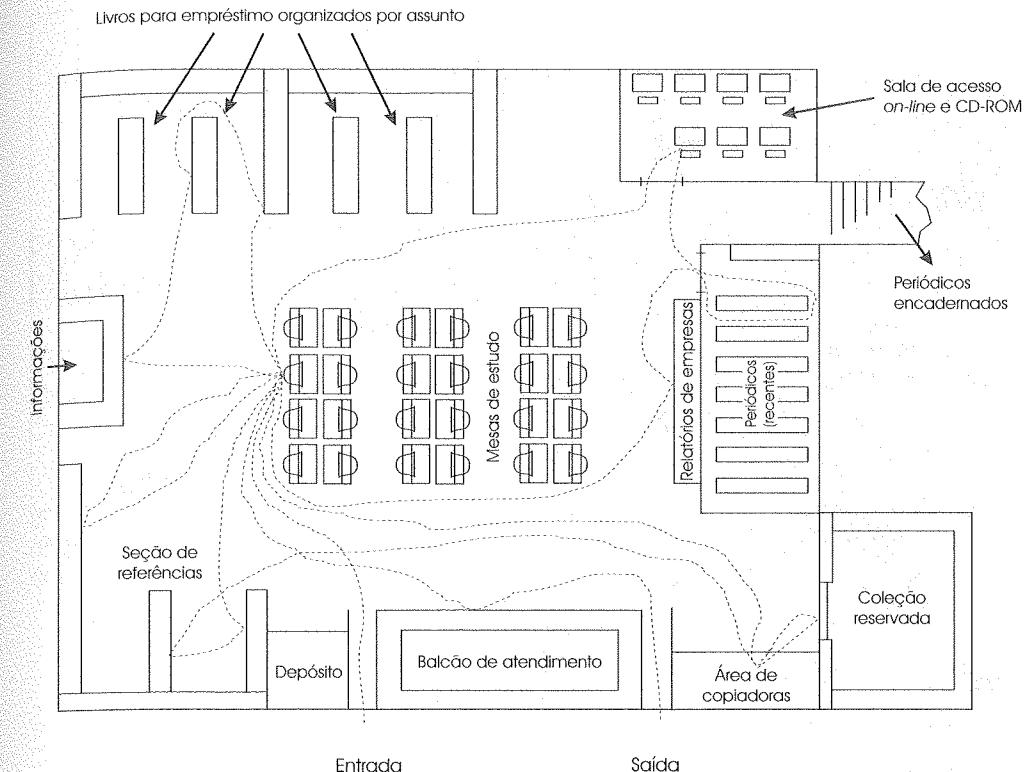


Figura 7.3 Exemplo de arranjo físico por processo em uma biblioteca mostrando o caminho de apenas um cliente.

Arranjo físico celular

O arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender a suas necessidades imediatas de processamento se encontram. A célula em si pode ser arranjada segundo um arranjo físico por processo ou por produto (veja a próxima seção).

Depois de serem processados na célula, os recursos transformados podem prosseguir para outra célula. De fato, o arranjo físico celular é uma tentativa de trazer alguma ordem para a complexidade de fluxo que caracteriza o arranjo físico por processo.

Exemplos de arranjo físico celular incluem:

- *Algumas empresas manufatureiras de componentes de computador* – a manufatura e a montagem de alguns tipos de peças para computadores podem necessitar de alguma área dedicada à produção de peças para clientes em particular que tenham requisitos especiais como, por exemplo, níveis mais altos de qualidade.
- *Área para produtos específicos em supermercados* – alguns clientes usam o supermercado apenas para comprar lanches, salgadinhos, refrigerantes, iogurte etc. para consumo; por exemplo, em seu horário de almoço. Estes, em

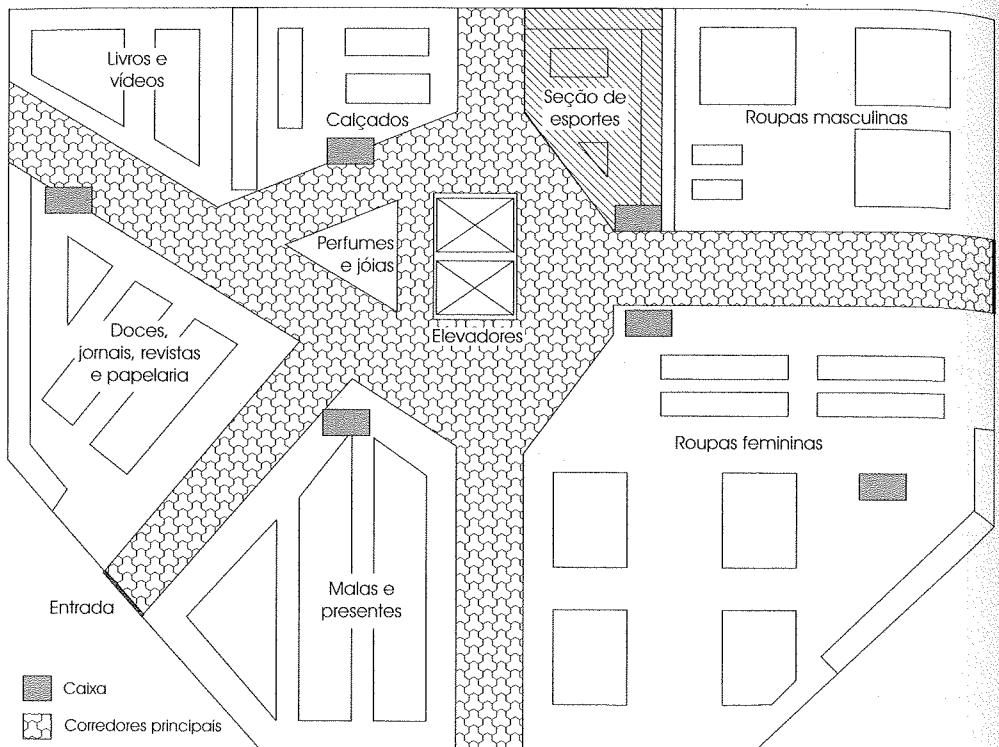


Figura 7.4 Piso térreo de loja de departamentos mostrando a “loja-dentro-da-loja” ou célula de artigos esportivos.

geral, são localizados juntos, de forma que o cliente que está apenas comprando seu almoço não necessite procurá-lo pelo supermercado todo.

- *Maternidade em um hospital* – clientes que necessitam de atendimento em maternidade formam um grupo bem definido que pode ser tratado junto; eles têm uma probabilidade pequena de necessitar de cuidados de outras partes do hospital ao mesmo tempo que requerem cuidados de maternidade.

A Figura 7.4 mostra um tipo de arranjo físico celular em uma operação de venda a varejo.

Arranjo físico por produto

O arranjo físico por produto envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a seqüência de atividades requerida coincide com a seqüência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Este é o motivo pelo qual às vezes este tipo de arranjo físico é chamado de arranjo físico em “fluxo” ou em “linha”. O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito claro e previsível no arranjo físico por produto, o que faz dele um arranjo relativamente fácil de controlar. De fato, em algumas opera-

ções de processamento de clientes, um arranjo físico por produto é adotado ao menos

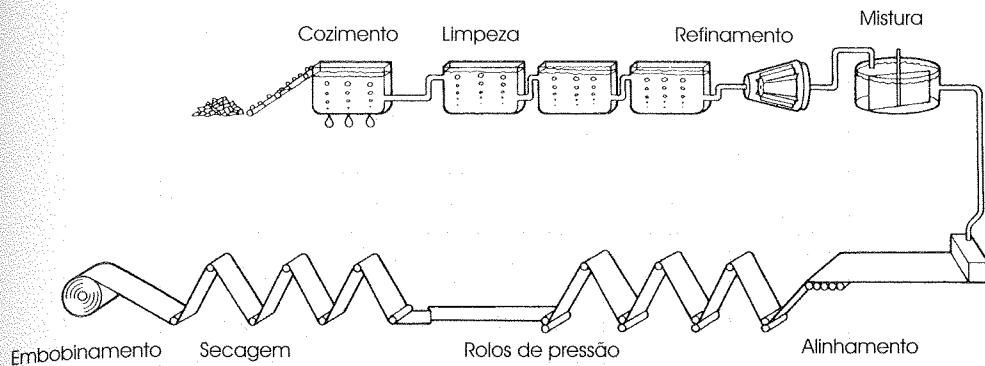


Figura 7.5 Seqüência de processos na manufatura de papel; cada processo será arranjado fisicamente com a mesma seqüência.

em parte para ajudar a controlar o fluxo de clientes ao longo da operação. Predominantemente, entretanto, é a uniformidade dos requisitos dos produto ou serviços oferecidos que leva a operação a escolher um arranjo físico por produto.

Exemplos de arranjo físico por produto incluem:

- *Montagem de automóveis* – quase todas as variantes do mesmo modelo requerem a mesma seqüência de processos.
- *Programa de vacinação em massa* – todos os clientes requerem a mesma seqüência de atividades burocráticas (preenchimento das cadernetas de vacinação), médicas e de aconselhamento (possível resguardo necessário, por exemplo).
- *Restaurante self-service* – Geralmente, a seqüência de serviços requeridos pelo cliente (entrada, prato principal, sobremesa, bebidas) é comum para todos os clientes, mas o arranjo físico auxilia também a manter controle sobre o fluxo de clientes.

A Figura 7.5 mostra a seqüência de processos numa operação de manufatura de papel.

Arranjos físicos mistos

Muitas operações ou projetam arranjos físicos mistos, que combinam elementos de alguns ou todos os tipos básicos de arranjo físico ou, alternativamente, usam tipos básicos de arranjo físico de forma “pura” em diferentes partes da operação. Por exemplo, um hospital normalmente seria arranjado conforme os princípios do arranjo físico por processo – cada departamento representando um tipo particular de processo (departamento de radiologia, salas de cirurgia, laboratório de processamento de sangue, entre outros). Ainda assim, dentro de cada departamento, diferentes tipos de arranjo físico são utilizados. O departamento de radiologia provavelmente é arranjado por processo, as salas de cirurgia segundo um arranjo físico posicional, e o laboratório de processamento de sangue conforme um arranjo físico por produto.

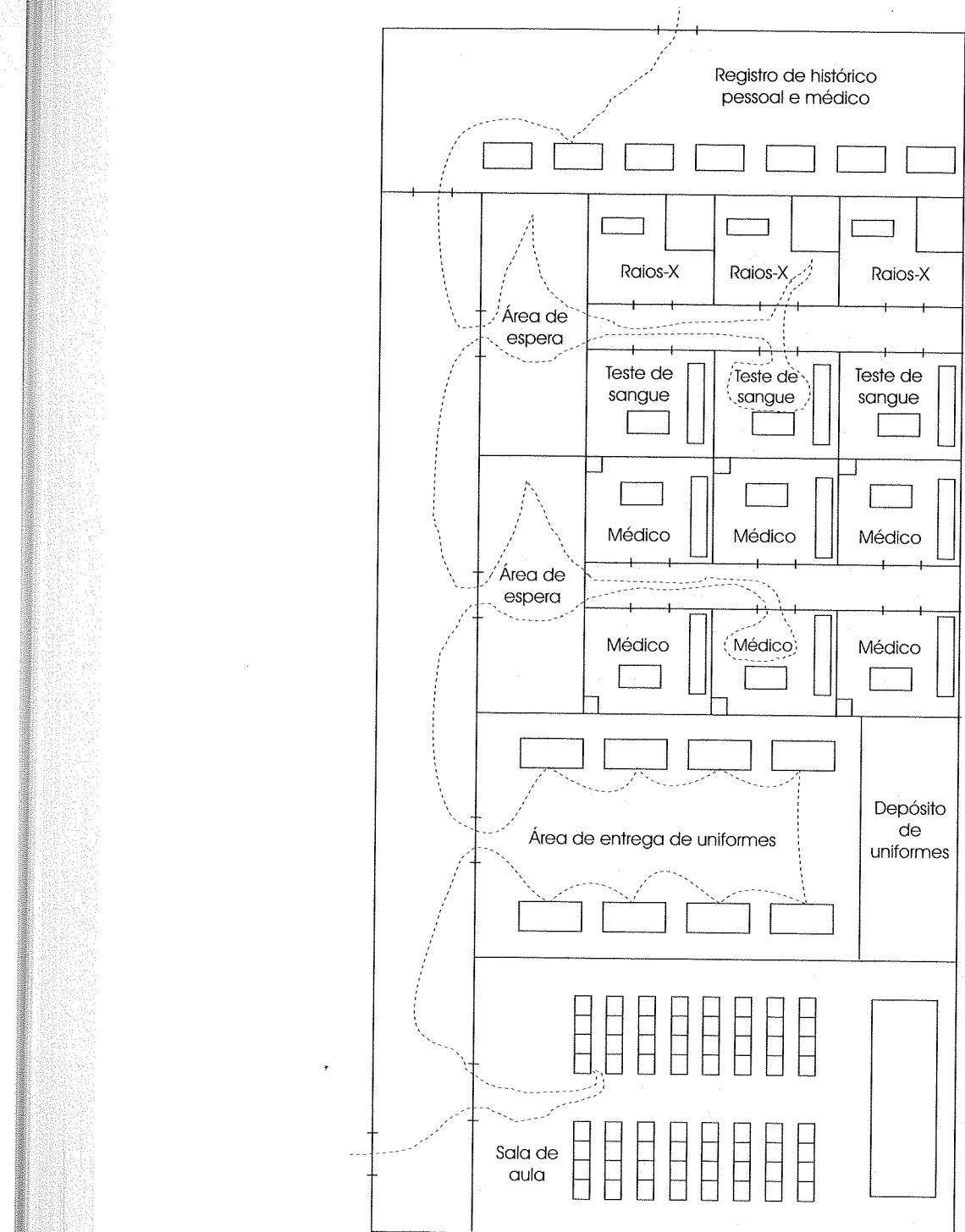


Figura 7.6 Um centro de alistamento militar usa arranjo físico por produto.

168

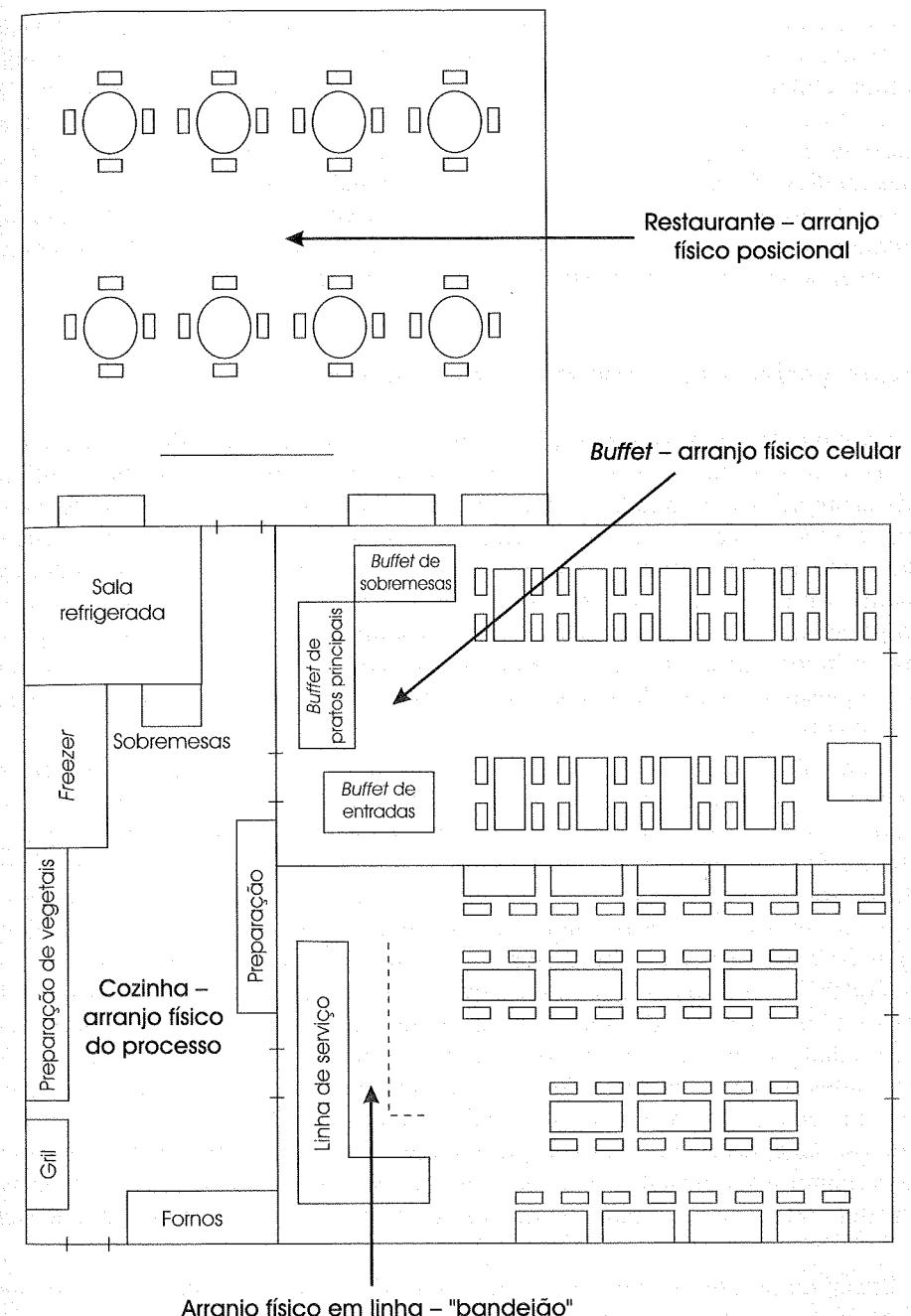


Figura 7.7 Um complexo de restaurantes com os quatro tipos básicos de arranjo físico.

Outro exemplo é mostrado na Figura 7.7. Aqui um complexo de restaurantes é mostrado com três tipos diferentes de restaurante e a cozinha que serve aos três. A cozinha é arranjada conforme um arranjo físico por processo, com os processos (armazenamento de ingredientes, preparação da comida, processos de cozimento etc.) agrupados. Diferentes pratos percorrerão diferentes roteiros entre processos dependendo de seus requisitos de processamento. O restaurante tradicional é arranjado se- 169

gundo um arranjo físico posicional. Os clientes ficam em suas mesas enquanto a comida é trazida (e às vezes até preparada) à mesa. O restaurante do tipo *buffet* é arranjado de forma celular com cada área de *buffet* tendo todos os processos (pratos) necessários a servir os clientes com suas necessidades de entradas, prato principal ou sobremesa. No caso de clientes que desejem os três, eles terão de ser processados através das três células (*buffets*) antes que o serviço se complete. Finalmente, num restaurante do tipo bandeja (como os restaurantes por quilo), todos os clientes passam pelo mesmo roteiro quando estão se servindo. Eles podem não se servir de todos os pratos disponíveis mas mover-se-ão através da mesma seqüência de processos.

Volume-variedade e tipo de arranjo físico

Os exemplos anteriores dos quatro tipos básicos de arranjo físico mostram que o fluxo de materiais, informações e clientes dependerá bastante da específica configuração de arranjo físico escolhida. A importância do fluxo para uma operação dependerá de suas características de volume e variedade. Quando o volume é baixo e a variedade é relativamente alta, o “fluxo” não é uma questão central. Por exemplo, em operações de manufatura de satélites de comunicação, a maior probabilidade é que um arranjo físico posicional seja utilizado porque cada produto é diferente dos outros e porque produtos “fluem” através da operação muito pouco freqüentemente. Sob estas condições, simplesmente não vale a pena arranjar os recursos de forma a minimizar o fluxo através da operação.

Com volumes maiores e variedade menor, o fluxo dos recursos transformados torna-se uma questão mais importante que deve ser tratada pela decisão referente a arranjo físico. Se a variedade ainda é alta, entretanto, um arranjo definido completamente por fluxo torna-se difícil porque produtos ou clientes terão diferentes padrões de fluxo. Por exemplo, a biblioteca da Figura 7.3 arranjará seus diferentes tipos de livros e seus outros serviços parcialmente para minimizar a distância que seus clientes terão de percorrer. Porque as necessidades de seus clientes variam, entretanto, a biblioteca poderá ser arranjada, quando muito, para satisfazer a maioria de seus clientes, quanto à minimização de distâncias, possivelmente prejudicando uma minoria. Quando a variedade de produtos e serviços se reduz de forma que um grupo de clientes com necessidades similares possa ser identificado, mas a variedade ainda não é pequena, um arranjo celular torna-se mais adequado, como na célula de artigos esportivos da Figura 7.4. Quando a variedade de produtos e serviços é relativamente pequena, o fluxo de materiais, informações ou clientes pode ser regularizado e um arranjo físico por produto pode tornar-se mais adequado, como no caso de uma montadora de veículos.

Examinando estes exemplos dos diferentes tipos básicos de arranjo físico, pode-se identificar o efeito de volume e variedade (veja a Figura 7.8). À medida que o volume aumenta, a importância de tomar a decisão certa quanto ao fluxo aumenta. À medida que a variedade é reduzida, torna-se crescentemente possível arranjar os recursos transformadores de acordo com as necessidades de processamento do produto ou serviço. A variedade de diferentes configurações de um satélite de comunicação ou as diferentes necessidades de clientes de uma biblioteca na realidade eliminam a possibilidade de um fluxo regular e previsível.

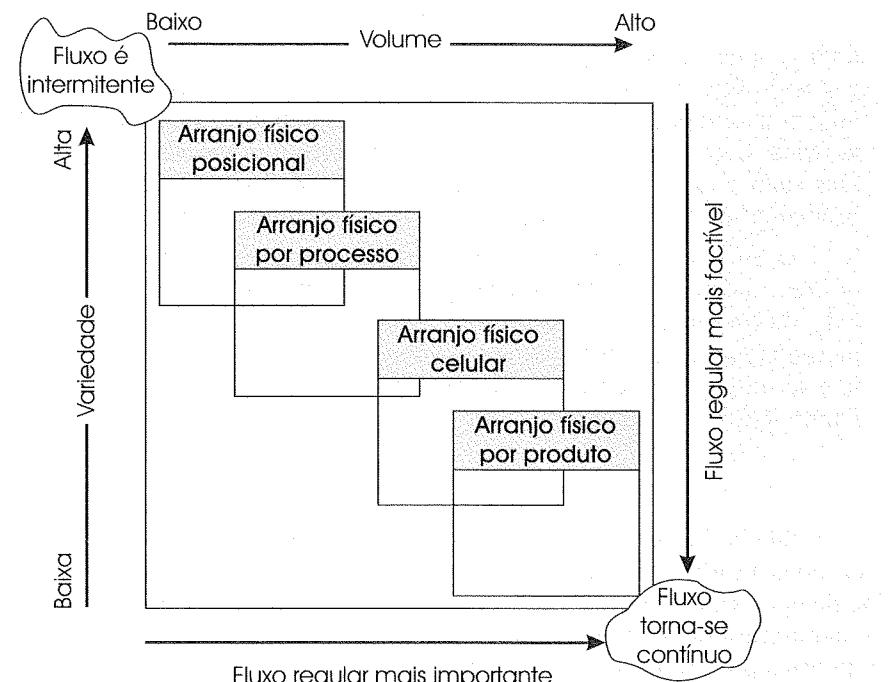


Figura 7.8
Posição do processo no contínuo volume-variedade influencia seu arranjo físico e, consequentemente, o fluxo dos recursos transformados.

Selecionando um tipo de arranjo físico

A decisão de qual tipo de arranjo físico adotar raramente, se tanto, envolve uma escolha entre os quatro tipos básicos. As características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha, *grosso modo*, a uma ou duas opções. Ainda assim, como ilustra a Figura 7.8, as faixas de volumes e variedades contidas em cada tipo de arranjo físico sobrepõem-se. A decisão sobre qual arranjo específico escolher é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um.

O TERMINAL EUROHUB NO AEROPORTO DE BIRMINGHAM¹

O mais novo dos dois terminais do Aeroporto de Birmingham, Inglaterra, é o Eurohub, inaugurado em 1991. O aeroporto tem uma pista principal que comporta quatro milhões de passageiros por ano. Destes, dois milhões e meio fluem através do Eurohub.

Como muitos aeroportos regionais, o movimento de aeronaves e de passageiros ocorre em ondas. Há uma explosão inicial de vôos que deixam o aeroporto e, então, após um pequeno intervalo, os vôos de chegada da manhã começam a aterrissar, mais ou menos ao mesmo tempo. Essas aeronaves ficam apenas cerca de meia hora no solo e logo partem para suas destinações finais. Então, ao longo

do dia, ondas de passageiros fluem através do terminal, terminando com as chegadas do final do dia de outras cidades europeias. No total, o terminal tem de lidar com oito ondas por dia. Isto representa um interessante problema de arranjo físico. Uma massa de passageiros flui de forma previsível oito vezes por dia, mas cada onda alternada na direção oposta. Muitos aeroportos resolvem este problema segregando chegadas de forma permanente.

O Eurohub, além de segregar passageiros que chegam e passageiros que partem, também tem de segregar passageiros de vôos domésticos e internacionais. Os complexos roteiros dos passageiros são gerenciados por portas que têm mecanismos para abrir para um lado ou para outro controlados por uma central. Isto permite que se controle o fluxo dos passageiros pelas portas corretas, disciplinando o fluxo de clientes por todo o terminal.

A Tabela 7.2 mostra algumas das mais significativas vantagens e desvantagens associadas a cada tipo básico de arranjo físico. Deve ser enfatizado, entretanto, que o tipo de operação vai influenciar sua importância relativa. Por exemplo, uma operação de manufatura de televisores pode considerar as características de baixo custo do arranjo físico por produto interessante, e um parque de diversões pode adotar o mesmo tipo de arranjo predominantemente pela maneira com que ele controla o fluxo de clientes. Pode também haver outros meios de atingir objetivos relacionados a fluxo. O terminal de passageiros "Eurohub" no aeroporto de Birmingham, Inglaterra, altera a direção do fluxo usando tecnologia para mudar o roteiro percorrido pelos clientes.

De todas as características dos vários tipos básicos de arranjo físico, talvez a mais significativa seja a implicação, para os custos unitários, da escolha do tipo de arranjo físico. Isto pode ser entendido de forma melhor a partir da distinção entre as repercussões sobre os elementos de custo fixo e variável ao se adotarem os diversos tipos básicos de arranjo físico. Para qualquer produto ou serviço, o custo fixo de se estabelecer fisicamente um arranjo físico posicional é relativamente baixo quando comparado com qualquer outra forma da se produzirem os mesmos produtos ou serviços. Entretanto, os custos variáveis de se produzir cada produto ou serviço particular é relativamente alto quando comparado a qualquer outro tipo de arranjo físico. Os custos fixos tendem, então, a aumentar à medida que se migra do arranjo posicional, passando pelos arranjos por processo e celular, para o arranjo por produto. Os custos variáveis por produto ou serviço, por sua vez, tendem a decrescer. Os custos totais para cada tipo básico de arranjo físico dependerão dos volumes de produtos ou serviços produzidos e são mostrados na Figura 7.9 (a). Isto parece implicar que cada tipo básico de arranjo físico é o arranjo de custo mínimo para determinada faixa de volumes. Colocado de outra forma, para cada volume haveria um tipo básico de arranjo físico de custo mínimo.

Tabela 7.2 Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico.

	Vantagens	Desvantagens
Posicional	Flexibilidade de mix e produto muito alta Produto ou cliente não movido ou perturbado Alta variedade de tarefas para a mão-de-obra	Custos unitários muito altos Programação de espaço ou atividades pode ser complexa Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra
Processo	Alta flexibilidade de mix e produto Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas Supervisão de equipamento e instalações relativamente fácil	Baixa utilização de recursos Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes Fluxo complexo pode ser difícil de controlar
Celular	Pode dar um bom compromisso entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta Atravessamento rápido Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação	Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual Pode requerer capacidade adicional Pode reduzir níveis de utilização de recursos
Produto	Baixos custos unitários para altos volumes Dá oportunidade para especialização de equipamento Movimentação de clientes e materiais conveniente	Pode ter baixa flexibilidade de mix Não muito robusto contra interrupções Trabalho pode ser repetitivo

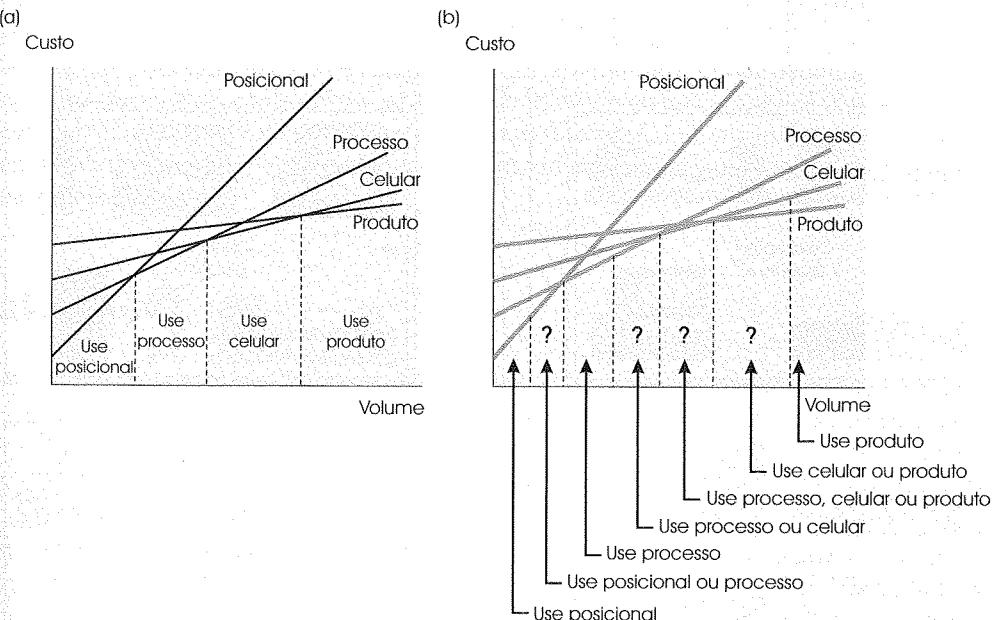


Figura 7.9 (a) Os tipos básicos de arranjo físico têm características diferentes de custos fixos e variáveis que parecem determinar qual usar; (b) na prática, a incerteza sobre os custos fixos e variáveis de cada tipo de arranjo físico significa que raramente a decisão pode basear-se exclusivamente na consideração de custo.

Entretanto, na prática, as análises de custo para a seleção do arranjo físico raramente são tão claras. O custo exato de operar o arranjo físico é difícil de prever e provavelmente dependerá de fatores numerosos e difíceis de quantificar. Mais do que usar linhas para representar os custos que variam conforme aumentam os volumes produzidos, o uso de bandas largas, dentro das quais, com maior probabilidade, os custos reais vão cair, é provavelmente a abordagem mais adequada (veja Figura 7.9).

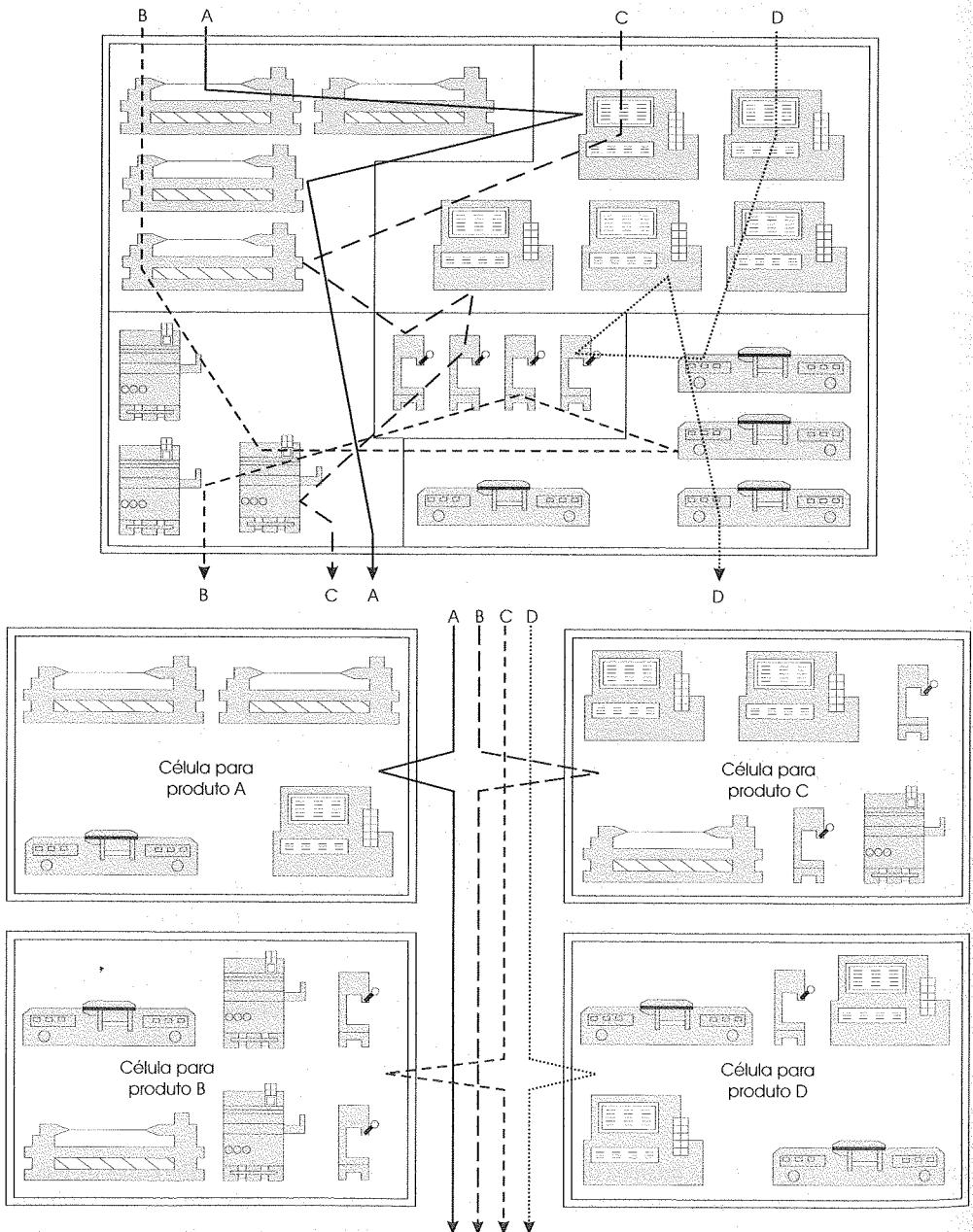


Figura 7.10 Arranjo físico celular agrupa processos necessários para uma família de produtos.

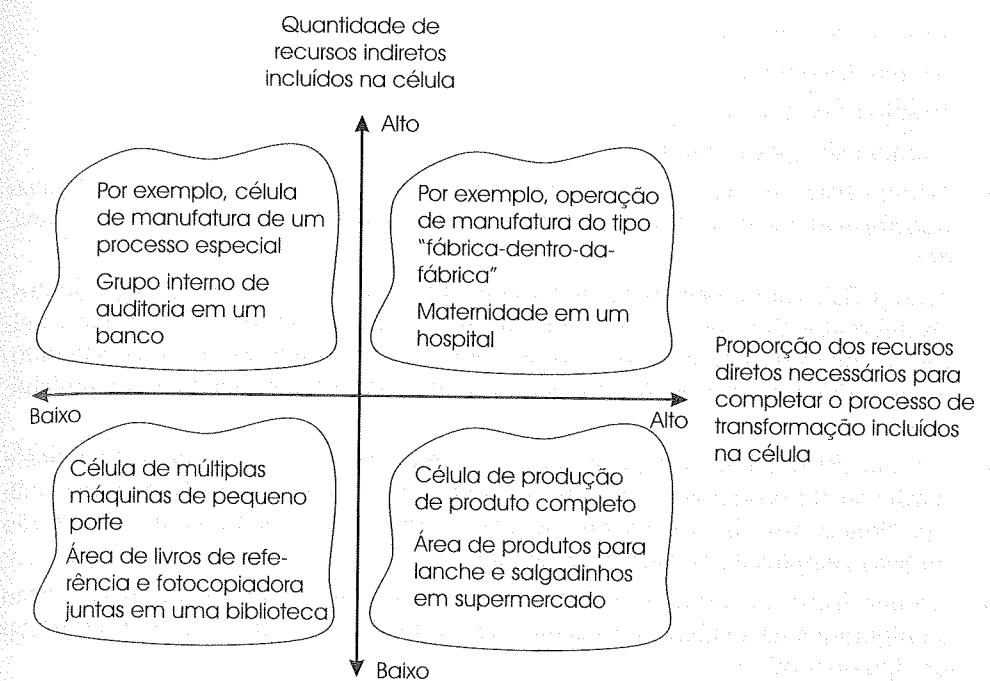


Figura 7.11 Tipos de células.

(b)). A discriminação entre os diferentes tipos de arranjo físico é agora muito menos clara. Há faixas de volumes para as quais quaisquer dos dois ou três tipos de arranjo envolvidos poderiam prover os custos de operação mínimos. Quanto menor a certeza a respeito dos custos, mais largas serão as “bandas” de custos, e menos claras serão as escolhas. Os custos prováveis de se adotar um tipo básico de arranjo físico devem ser entendidos com uma perspectiva mais ampla, de vantagens e desvantagens, mostrado na Tabela 7.2.

Resumo

- A decisão de alterar o arranjo físico é particularmente importante porque mudar o arranjo físico é em geral uma tarefa difícil e longa, que, além de cara, é prejudicial ao funcionamento suave da operação. Por essa razão, não é uma decisão tomada com freqüência. Entretanto, se o arranjo físico se torna inadequado, o fluxo de pessoas e materiais através da operação pode tornar-se confuso e custoso.
- O procedimento para a decisão de alterar o arranjo físico começa com a decisão do tipo de processo, que será influenciada pela característica de volume-variedade da operação assim como por seus objetivos de desempenho estratégicos. O tipo de processo influencia até certo ponto a decisão sobre qual dos quatro tipos básicos de arranjo físico tem maior probabilidade de adequar-se às necessidades da operação. Uma vez que o tipo básico de arranjo físico é escolhido, o projeto detalhado do arranjo físico pode ser iniciado.
- Há quatro tipos básicos de arranjo físico. São eles:

arranjo físico posicional
arranjo físico por processo

arranjo físico celular

arranjo físico por produto

- Arranjo físico posicional é normalmente usado quando os materiais e pessoas transformados são, ou muito grandes, ou muito delicados, ou objetariam ser movidos.
- Arranjo físico por processo mantém todos os recursos similares da operação juntos. Os diferentes tipos de recursos que sofrem transformação percorrerão seus roteiros ao longo da operação de acordo com suas necessidades de processamento. Arranjo físico por processo é em geral usado quando a variedade é relativamente alta.
- Arranjo físico celular é aquele em que os recursos necessários para uma classe particular de produtos são agrupados juntos de alguma forma. Arranjo físico do tipo "loja-dentro-da loja" em operações de varejo e maternidades em hospitais são ambos exemplos de arranjo físico celular.
- Arranjo físico por produto é aquele em que os recursos de transformação estão configurados na seqüência específica para a melhor conveniência do produto ou do tipo de produto.
- O fluxo de pessoas, informações e materiais através da operação é determinado pelo tipo de arranjo físico escolhido. Num extremo, em arranjo físico posicional, o fluxo é intermitente. No outro extremo, no arranjo físico por produto, o fluxo torna-se mais contínuo.

Questões para discussão

1. Identifique o tipo de arranjo físico que deveria ser adotado pelas seguintes organizações justificando:
uma fazenda de gado leiteiro
uma padaria
um banco
Discuta as implicações de variedade e volume do fluxo.
2. Uma empresa fabricante de tratores, fazendo uma faixa ampla de produtos sob encomenda dos clientes, está considerando alterar seu arranjo físico de arranjo por produto para arranjo por processo. Discuta as implicações desta mudança.
3. Identifique as principais etapas na construção de uma casa, desde as fundações até o acabamento. Se cada uma das tarefas fosse delegada a empresas subcontratadas, quais seriam os potenciais problemas de arranjo físico?
4. a. Visite um supermercado de sua região. Tente marcar uma entrevista com o gerente, para discutir o assunto projeto de arranjo físico.
b. Quais você considera os principais critérios no projeto do arranjo físico de um supermercado?
c. Que mudanças ambientais ou competitivas podem resultar na necessidade de mudar o arranjo físico dos supermercados no futuro? Estas mudanças aplicam

se a todos os supermercados ou apenas a alguns, como os pequenos supermercados de bairro?

5. Uma fábrica de bicicletas atualmente tem uma linha de montagem em linha de 20 etapas com a matéria-prima vindo por um lado da fábrica e as bicicletas acabadas saindo pelo outro. Avalie as implicações de se alterar o arranjo físico para uma linha em forma de U.
6. Visite uma fábrica que tenha linhas de montagem e observe a forma das linhas. Descubra o porquê de as linhas terem as formas observadas.

Leituras complementares selecionadas

- APPLE, J. M. *Plant layout and materials handling*, Wiley, 1977.
- FRANCIS, R. L., WHITE, J. A. *Facility layout and location: an analytical approach*, Prentice-Hall, 1987.
- GAITHER, N., FRAZIER, B. V., WEI, J. C. From job shop to manufacturing cells. *Production and Inventory Management Journal*, v. 31, nº 4, 1990.
- GREEN, T. J. and SADOWSKY, R. P. A review of cellular manufacturing assumptions and advantages and design techniques. *Journal of Operations Management*, v. 4, nº 2, 1984.
- GUNTHER, R. E., JOHNSON, G. D., PETERSON, R. S. Currently Practiced formulations of the assembly line balance problem. *Journal of Operations Management*, v. 3, nº 3, 1983.
- HYER, N. L., WEMMERLOV, U. Group technology and productivity. *Harvard Business Review*, July/Aug. 1984.
- MALAS, G. H. Assembly line balancing: let's remove the mystery. *Journal of Industrial Engineering*, May 1990.
- MILLER, J. G., VOLLMANN, T. E. The hidden factory. *Harvard Business Review*, Sept./Oct. 1985.
- MOORE, J. M. Computer methods in facilities layout. *Industrial Engineering*, Sept. 1980.
- SCHULER, R. S., WRITZMAN, L. P., DAVIS, V. L. Merging prescriptive and behavioural approaches for office layout. *Journal of Operations Management*, v. 1, nº 3, 1981.
- SHAFER, S. M., MEREDITH, J. R. An empirically based simulation study of functional versus cellular layouts with operations overlapping. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 2, 1993.
- SULE, V. E. *Manufacturing facilities: location planning and design*. PWS-Kent, 1988.

8

TECNOLOGIA DE PROCESSO

INTRODUÇÃO

Todas as operações usam algum tipo de tecnologia de processo. Seja sua tecnologia de processo um humilde processador de texto ou a mais complexa e sofisticada das fábricas automatizadas, a operação terá escolhido usar a tecnologia porque espera tirar alguma vantagem dela. Algumas vezes, a tecnologia de processo ajuda a produção a atender uma clara necessidade do mercado; em outras ocasiões, a tecnologia torna-se disponível e uma operação escolhe adotá-la na expectativa de que possa explorar seu potencial de alguma forma, mesmo que ainda não de uma forma definida. Qualquer que seja a motivação, todavia, todos os gerentes de produção precisam entender o que as tecnologias emergentes podem fazer, que vantagens a tecnologia pode dar e que limitações ela pode impor

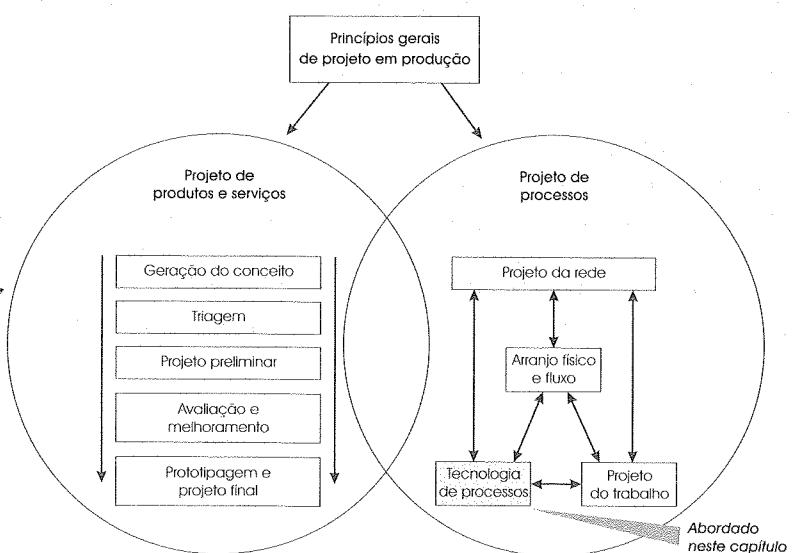


Figura 8.1 As atividades de projeto em gerenciamento de operações produtivas cobertas por este capítulo.
178

à operação produtiva. Este é o propósito deste capítulo. A Figura 8.1 mostra como as questões cobertas relacionam-se com o modelo geral de projeto de operações produtivas.

OBJETIVOS

Este capítulo examinará:

- o relacionamento entre tecnologia de produto e de processo;
- os desenvolvimentos da tecnologia de processo em operações de processamento de materiais;
- os desenvolvimentos da tecnologia de processo em operações de processamento de informações;
- os desenvolvimentos da tecnologia de processo em operações de processamento de consumidores;
- as três “dimensões” gerais que são usadas para definir todos os tipos de tecnologia de processo:
 - seu grau de automação;
 - sua escala de operação;
 - seu grau de integração.

Que é tecnologia de processo?

As tecnologias de processos são as máquinas, equipamentos e dispositivos que ajudam a produção a transformar materiais e informações e consumidores de forma a agregar valor e atingir os objetivos estratégicos da produção. Máquinas de fax, computadores, telefones móveis, ordenhadeiras mecânicas, robôs, aparelhos de radiologia, colheitadeiras combinadas, aviões, retroprojetores, scanners de reconhecimento de caracteres ópticos, máquinas-ferramentas e máquinas de lavagem de carros são todos exemplos de tecnologia de processo. Todas as operações usam tecnologias de processos, mesmo as de trabalho humano mais intensivo. Pode ser somente um telefone, mas ajuda a processar seus recursos transformados e, fazendo isso, adiciona valor.

Tecnologia de processo e de produto/serviço

É necessário, apesar de algumas vezes difícil, distinguir entre tecnologia de produto e serviço, por um lado, e tecnologia de processo, por outro. Em operações de manufatura, é uma questão relativamente simples separar tecnologia de produtos de tecnologia de processo. Por exemplo, a tecnologia de um videocassete é a forma como ele converte sinais de TV de maneira que a imagem possa ser transferida para a fita, a forma como ele controla o movimento da fita e a forma como ele lê a informação gravada na fita e a converte em imagens de TV. Por outro lado, a tecnologia do processo que fez o videocassete não é nada disso. A tecnologia de processo consiste nas máqui-

nas-ferramentas que fizeram os componentes de metal, as máquinas que montaram os componentes eletrônicos nas placas de circuitos impressos, as máquinas que deram forma e ligaram as folhas de metal para formar o gabinete e os robôs que montaram os componentes.

Em algumas operações de serviços, é muito mais difícil distinguir tecnologia de produto/serviço de tecnologia de processo. Por exemplo, grandes complexos de parques de diversão e entretenimento, com a Disney World, usam tecnologias do tipo de simulador de vôos em algumas de suas atrações. São grandes salas montadas sobre estruturas hidráulicas móveis, que podem mover toda a sala. Uma combinação de uma grande tela de projeção e movimento podem dar uma impressão realística de, digamos, um vôo espacial. O uso da tecnologia desta forma é um dos mais recentes na longa história de conquistas do que a Disney Corporation chama seus "Imagineers". Porém, é tecnologia de produto/serviço ou tecnologia de processo? Ela claramente processa os consumidores da Disney. Eles literalmente entram por um lado e emergem no outro. Ela também ajuda a Disney World a adicionar valor para seus consumidores, que é o propósito da tecnologia de processo. A tecnologia, entretanto, também é parte do produto. De fato, os consumidores vão lá especialmente para "experimentar" a tecnologia. É uma grande parte do porquê de pagarem os ingressos. Em casos como este, as tecnologias de produto/serviço e de processo são basicamente a mesma coisa.

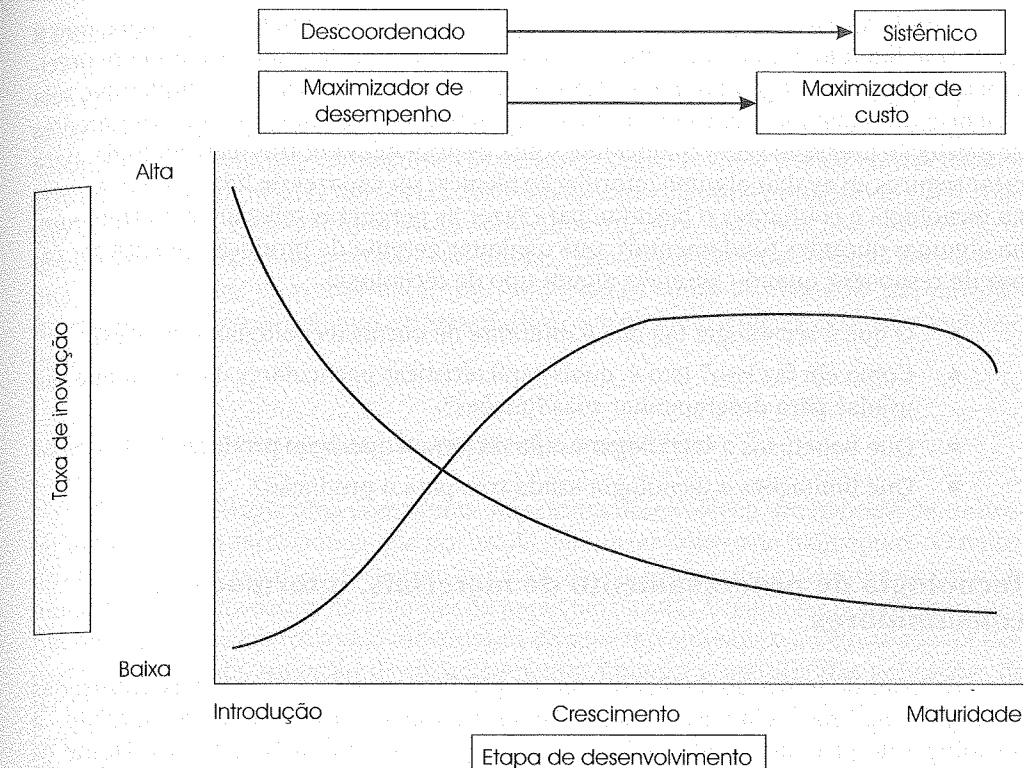
Não obstante os problemas de separar tecnologias de produto/serviço e de processo em algumas operações, vamos, neste capítulo, examinar diversas tecnologias que adicionam valor ao processo de transformação.

EFEITOS DO CICLO DE VIDA NAS TECNOLOGIAS DE PRODUTO/SERVIÇO E DE PROCESSO

Mesmo que as tecnologias de produtos/serviços e de processos possam ser sensivelmente separadas em uma operação produtiva, elas nem sempre vão receber igual atenção. Algumas vezes, desenvolver tecnologia de produto será visto como mais importante do que desenvolver tecnologia de processo, e algumas vezes vice-versa. Um fator que influencia isso é o estágio do produto ou serviço em seu ciclo de vida, isto é, a *maturidade* do produto. A Figura 8.2 ilustra como as inovações de tecnologia de produto/serviço e de processo variam com a maturidade do produto.¹

Por exemplo, examine como a ênfase relativa nas tecnologias de produto e de processo de computadores pessoais (PCs – *personal computers*) mudou desde sua introdução no final dos anos 70. Nos primeiros anos após sua introdução, as tecnologias de produtos de PCs eram sua principal característica. O fato de um produto que era capaz de ser tão facilmente transportado também poder ser tão poderoso era uma inovação enorme na tecnologia do produto. Esses PCs iniciais eram freqüentemente montados usando-se os mais básicos métodos de produção. A Apple Computer, por exemplo, construiu suas primeiras máquinas em uma garagem. Isso não importava para os consumidores, que estavam mais preocupados com o que os produtos podiam fazer. À medida que a taxa de mudança na tecnologia do produto ficou mais lenta, um pouco mais de atenção foi dedicada a como os PCs haveriam de ser produzidos. Os volumes crescentes tornaram a abordagem de "garagem" da tecnologia de produção tanto impraticável como antieconômica. Algumas manufaturas de PC, mais notavelmente a

1. ABERNATHY, W. J., UTTERBACK, J. A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, v. 3, nº 6, p. 639-657, 1975.



Fonte: Adaptado de Abernathy e Utterback (1975).

Figura 8.2 *Taxas relativas de inovação para tecnologia de produto e de processo à medida que o produto progride ao longo de seu ciclo de vida.*

Apple, novamente, chegaram à conclusão de que o sucesso posterior de mercado dependia não só da consolidação de sua tecnologia de produto, mas também do investimento em tecnologia de produção automatizada. A tecnologia de processo usada para fabricar o computador Apple Macintosh, por exemplo, era mais sofisticada do que a dos modelos anteriores da companhia.

Gerenciamento de operações e tecnologia de processo

Os gerentes de produção estão continuamente envolvidos com o gerenciamento de tecnologias de processos. Para fazer isso efetivamente eles devem ser capazes de:

- articular como a tecnologia pode melhorar a eficácia da operação;
- estar envolvidos na escolha da tecnologia em si;
- gerenciar a instalação e a adoção da tecnologia de modo que não interfira com as atividades em curso na produção;
- integrar a tecnologia com o resto da produção;
- monitorar continuamente seu desempenho; e
- atualizar ou substituir a tecnologia quando necessário.

Para fazer isso, os gerentes de produção precisam entender a tecnologia com a qual estão lidando. Isso não significa que todos os gerentes de produção também precisam ser *experts* em engenharia, computação, biologia, eletrônica, ou qualquer que seja a ciência principal na qual sua tecnologia está baseada. Significa, sim, que os gerentes de produção precisam saber o suficiente sobre os princípios por trás da tecnologia, para estar seguros ao avaliar alguma informação técnica, ser capazes de lidar com os *experts* na tecnologia e confiantes o bastante para fazer as perguntas relevantes. Certamente, há algumas questões fundamentais, que qualquer gerente de produção precisa ser capaz de responder quando gerencia algum tipo de tecnologia.

- O que a tecnologia faz que é diferente de outras tecnologias similares?
- Como ela faz isso? Isto é, quais características particulares da tecnologia são usadas para desempenhar suas funções?
- Que benefícios a tecnologia usada dá para a operação produtiva?
- Que limitações a tecnologia usada traz para a produção?

Tecnologia de processamento de materiais, informação e consumidores

As taxas de inovação de tecnologias de produto/serviço e de processo mostradas na Figura 8.2 são relativas somente umas às outras. Tomada historicamente, a tecnologia de processo muda mais em alguns períodos do que em outros. Desde os anos 80, a maioria das operações produtivas tem visto um notável aumento na taxa de inovação de suas tecnologias de processo. Radicais mudanças em tecnologias de telecomunicações, como as “superavenidas de informação”, a “fábrica do futuro”, totalmente automatizada, os aviões maiores e/ou mais rápidos, são somente algumas das tecnologias de processo que terão um forte impacto sobre o gerenciamento de operações. Por trás de quase todos esses avanços tecnológicos está um fator dominante: a disponibilidade de microprocessadores de baixo custo disponíveis comercialmente. O microchip não faz muito mais do que fazia 30 anos atrás, mas o faz sendo diversas ordens de grandeza menor e mais barato. É isso que está tendo tão grande impacto em tantas tecnologias de processos.

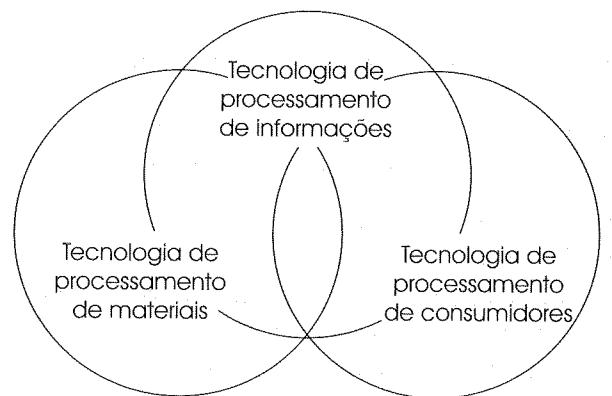


Figura 8.3 As tecnologias de processamento de informação dominam outros desenvolvimentos em tecnologia de processamento.

Tecnologia de processamento de materiais

A forma pela qual metais, plásticos, tecidos e outros materiais são processados geralmente melhora com o tempo. Novas tecnologias conformadoras, formadoras, cortadoras, moldadoras e ligadoras, usando ferramentas mais duras, eletroerosão e lasers impactaram muitas indústrias. Não são as específicas tecnologias de conformação de materiais com que estamos preocupados, todavia. Mais que isso, é o contexto imediato tecnológico no qual elas são usadas. Isso inclui questões como a forma com que as tecnologias de conformação são controladas, como os materiais são movidos fisicamente e como os sistemas de manufatura, que incluem a tecnologia, são organizados.

Máquinas-ferramentas de controle numérico

Foi em 1950 que uma companhia americana desenvolveu um método de controlar uma máquina-ferramenta, que era usada para fazer hélices de helicóptero. O método envolvia armazenar a informação que instruía a máquina, uma máquina de controle numérico (CN), na forma de uma fita de papel perfurada. A máquina podia então ler a fita de papel, que controlava o movimento de suas ferramentas e a velocidade da máquina ao longo da operação de processamento. Embora a maioria das aplicações de tecnologia deste tipo seja agora controlada através de seu próprio computador, com instruções armazenadas em discos, os princípios são os mesmos. As máquinas com seus próprios computadores são algumas vezes chamadas máquinas de controle numérico por computador (CNC). O conjunto de instruções codificadas e os computadores ligados à máquina tomaram o lugar do operador, que anteriormente controlava a máquina manualmente. Esta substituição dá mais acuidade, precisão e repetitividade ao processo. Pode também dar mais produtividade, parcialmente através da eliminação de possíveis erros de operador, parcialmente porque o controle por computador pode definir padrões ótimos de corte, parcialmente por causa da substituição de mão-de-obra habilidosa e cara.

Robótica

Os robôs foram introduzidos para aplicações industriais no início dos anos 60. Desde esse tempo, seu número e versatilidade têm crescido constantemente. Um robô pode ser definido como:

“... um manipulador automático multifunção reprogramável que tem diversos graus de liberdade, capaz de manusear materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos programados variáveis, para desempenho de uma variedade de tarefas... Freqüentemente tem a aparência de um ou diversos braços, terminando em um pulso. Sua unidade de controle usa um elemento de memória e algumas vezes pode usar sensores e dispositivos de adaptação, que levam em conta o ambiente e as circunstâncias. Essas máquinas de múltiplos propósitos são geralmente projetadas para executar funções repetitivas e podem ser adaptadas a outras funções sem alteração permanente do equipamento.”²

2. Economic Commission for Europe. *Production and Use of Industrial Robots*. UN Economic Commission for Europe, ECN/ENG.ATV/15, 1985.

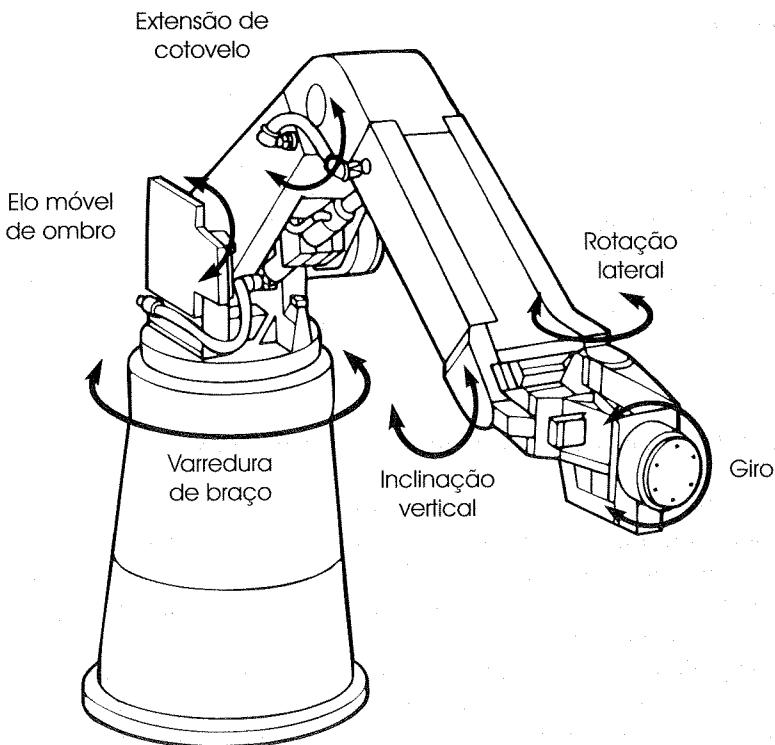


Figura 8.4 Robô com seis movimentos padrões.

O movimento dos robôs é controlado de maneira similar às máquinas-ferramentas CN, mas a maioria dos robôs tem muitos graus de liberdade. A Figura 8.4 mostra os seis movimentos-padrão de um braço de robô.³ Em termos de suas aplicações, os robôs podem ser classificados como segue:⁴

- *Robôs de manuseio.* A peça de trabalho é manuseada pelo robô, por exemplo, para manuseio, carga e descarga de peças de trabalho em máquinas-ferramentas, operações de fundição, prensagem, moldagem por injeção, forjamento, ajuste etc.
- *Robôs de processo.* A peça é segurada pelo robô, por exemplo, nos vários tipos de operações de trabalho em metal (corte, perfuração, esmerilhamento, rasparegem), ligação de materiais (soldagem, colagem, rebitagem), tratamentos de superfícies (pinturas, revestimento de superfície, polimento) etc.
- *Robôs de montagem.* Os robôs são usados para montagem de peças, componentes e produtos completos.

Mais recentemente, novos robôs podem também incluir alguma retroalimentação sensorial (ainda que limitada), através de controle de visão e controle de toque. Todavia, apesar de a sofisticação dos movimentos dos robôs estar aumentando, suas habili-

3. VOSS, C. A. *Managing new manufacturing technologies*. Operations Management Association, Monograph 1, 1986.

4. EDQUIST, C., JACOBSSON, S. *Flexible automation*. Blackwell, 1988.

dades são ainda mais limitadas do que sugerem as imagens populares das fábricas robotizadas.

Veículos guiados automaticamente (AGVs – Automated guided vehicles)

Para todas as atividades em um processo de manufatura, que agregam valor ao produto através de sua transferência física, existe usualmente uma que move ou armazena o material. Apesar de serem freqüentemente inevitáveis, essas atividades não agregam nenhum valor ao material. Não é de surpreender, então, que gerentes de produção busquem avidamente automatizá-las. Os veículos guiados automaticamente são uma classe de tecnologia que faz isso. São pequenos veículos autônomos que movem materiais de e para operações agregadoras de valor. São usualmente guiados por cabos enterrados no chão da fábrica e recebem instruções de um computador central. Variações desse arranjo incluem AGVs que têm seus próprios computadores ou sistemas de guia a bordo.

Além das vantagens de custo, pela substituição do trabalho humano por tecnologia, o uso de AGVs pode ajudar a promover entregas *just in time* de peças entre etapas no processo de produção (veja o Capítulo 15 para uma discussão dos princípios de *just in time*).

Sistemas flexíveis de manufatura

Os sistemas flexíveis de manufatura (FMS – flexible manufacturing systems) juntam tecnologias que já descrevemos em um sistema único. Um FMS pode ser definido como “uma configuração controlada por computador de estações de trabalho semi-independentes, conectadas por manuseio de materiais e carregamento de máquinas automatizados”.⁵ Essa definição dá uma idéia das partes componentes de um FMS:

- “Estações de trabalho” CN, sejam máquinas-ferramentas ou centros de trabalho mais sofisticados, automatizados, que desempenham operações “mecânicas”.
- Instalações de carga/descarga, freqüentemente robôs, que movem peças de e para as estações de trabalho.
- Instalações de transporte/manuseio de materiais, que movem peças entre estações de trabalho (podem ser AGVs ou esteiras ou trilhos transportadores ou, se as distâncias são pequenas, robôs).
- Um sistema central de controle por computador, que controla e coordena as atividades do sistema (estações de trabalho, AGVs, robôs), e também o planejamento e o seqüenciamento de produção e o roteamento das peças através do sistema.

Um FMS é mais do que uma tecnologia. Ele tem tecnologias integradas em um sistema, que tem o potencial para ser melhor do que a soma de suas partes. Com efeito, um FMS é uma “microoperação” autocontida, que é capaz de manufaturar um componente completo do início ao fim.

5. VOSS, C. A. Op. cit.

Tabela 8.1 Espectro de automação em manufaturas.

Passo	Passo	Isolado		Integrado	
		CN Isolada	Centro automatizado	FMKC (célula flexível)	FMS
1 Move peça para a máquina					
2 Carrega peça e a fixa na máquina					
3 Seleciona e insere ferramenta					
4 Estabelece velocidades de operação					
5 Controle corte					
6 Sequencia ferramentas e movimentos					
7 Descarrega peça da máquina					
8 Movimenta peça entre máquinas					
		= Manual		= Automatizado	

Comparação de tecnologias de manufatura avançadas

A evolução das máquinas-ferramentas tradicionais para o FMS envolve uma substituição gradual de operações manuais por operações automatizadas. A Tabela 8.1 mostra como o Professor Chris Voss, da London Business School,⁶ caracteriza a relação entre o novo grau de automação possível e algumas das tecnologias que descrevemos.

186 6. VOSS, C. A. Op. cit.

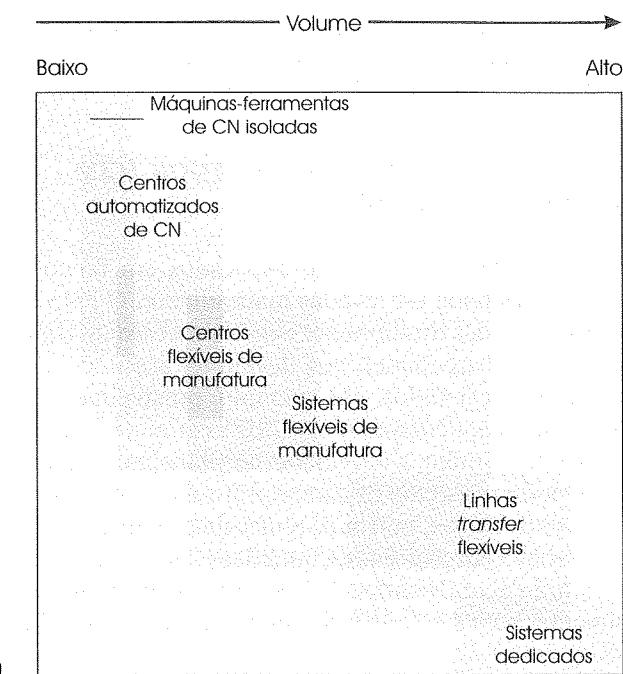


Figura 8.5 As características de volume-variedade das tecnologias de manufatura.

Note como os passos no cerne do processo, que envolvem as atividades de conformação ou de corte, são os primeiros a serem automatizados, depois dos quais as atividades mais periféricas (em qualquer extremo do processo) são gradualmente incluídas dentro das capacidades da tecnologia.

Características de volume e variedade

Essas tecnologias diferem em seus níveis de flexibilidade e desempenho econômico e, portanto, cada uma vai ser apropriada para diferentes partes do *continuum* de volume-variedade. A Figura 8.5 posiciona as tecnologias na matriz volume-variedade que introduzimos no Capítulo 4. As máquinas-ferramentas de CN isoladas (*stand-alone*) podem lidar com variedades muito altas, mas tornam-se antieconômicas se os volumes não forem baixos. Os centros automatizados de CN ampliam levemente a faixa de volumes que podem ser manufaturados. Os FMS simples, que não incluem transferências automáticas entre máquinas, algumas vezes chamados *células de manufatura flexível* (FMC – flexible manufacturing cells), podem lidar com volumes mais altos economicamente, mas limitam a variedade de peças e formas que podem ser feitas. Os FMS ocupam o nível intermediário da matriz, enquanto as *linhas transfer flexíveis* (FTL – flexible transfer lines) são destinadas a faixas de produtos estreitas, mas com altos volumes. Com volumes muito altos, com pequena ou nenhuma variedade, provavelmente será mais adequada uma tecnologia totalmente dedicada, especificamente projetada para a seqüência particular de operações.

As posições ilustradas na Figura 8.5 não pretendem ser prescritivas, somente indicativas do que é sensato sob as atuais condições de custo e desenvolvimento 187

tecnológico. Além disso, a área ocupada pela tecnologia FMS tem crescido, e provavelmente vai crescer mais, à medida que o FMS realmente se torne mais flexível, mantendo as vantagens de custo de integração e automação.

MANUFATURA INTEGRADA POR COMPUTADOR (CIM – COMPUTER-INTEGRATED MANUFACTURING)

A integração dos desenvolvimentos separados em tecnologia de manufatura exemplificados pelo FMS pode ser levadas mais adiante. O FMS integra aquelas atividades que estão preocupadas diretamente com o processo de transformação, mas não necessariamente as outras atividades, que devem ter acontecido antes da transformação. Os produtos foram projetados, por exemplo, possivelmente, usando uma tecnologia de projeto auxiliado por computador (CAD – computer-aided design), descrita no Capítulo 5. De maneira similar, a atividade de planejamento da produção deve ter ocorrido, de outro modo o sistema de manufatura não saberia o que fazer ou quando fazer. Por trás dessas atividades, outros sistemas na organização, que prevêem vendas, tomam pedidos, estabelecem padrões de qualidade, planejam manutenção e assim por diante, também estarão acontecendo. O sistema de manufatura em si, que transforma materiais diretamente, está no centro de muitos outros procedimentos, atividades e sistemas.

Muitos desses sistemas de “contorno” serão eles mesmos baseados em computador, usando tecnologia de informação, que processa dados e usa instruções mais ou menos da mesma forma que os sistemas de computador, que ligam os elementos no FMS. Segue, então, que deve existir potencial para esses sistemas de “contorno” serem integrados com as tecnologias de processamento direto de materiais, como os FMS. Essa integração mais ampla é conhecida como manufatura integrada por computador. Ela pode ser definida como o “monitoramento baseado em computador e controle de todos os aspectos do processo de manufatura, baseado num banco de dados comum e se comunicando através alguma forma de rede de computador”, apesar de o termo CIM ser agora freqüentemente usado para indicar formas muito menos ambiciosas de manufatura integrada.⁷

Tecnologia de processamento de informação

As tecnologias de processamento de informação incluem qualquer dispositivo que colete, manipule, armazene ou distribua informação. A maioria desses dispositivos classifica-se sob o termo geral *tecnologias baseadas em computador*, apesar de também dever incluir aquelas associadas com operações de telecomunicações. Essas tecnologias incluem:

- computadores de grande porte, mini e pessoais;
- periféricos, mídia magnética, impressoras, leitoras etc;
- dispositivos transmissores/receptores, antenas parabólicas, *modems*, redes de cabos ópticos, *fax*, telefones;

188 7. BOADEN, R., DALE, B. What is computer integrated manufacturing? *International Journal of Operations and Production Management*, v. 6, nº 3, 1986.

- programas, sistemas e aplicações.

No cerne dessas tecnologias está o computador em si, talvez o tipo de tecnologia mais comum dentro da operação. A presença de computador em praticamente todos os tipos de operação é em geral devida à forma como o custo do computador caiu drasticamente. Novamente, não são os detalhes da tecnologia de computação que são relevantes aqui, nem os sistemas de informação tratados extensivamente, já que estes são objeto de muitos textos especializados.

INTERCÂMBIO ELETRÔNICO DE DADOS (EDI – ELECTRONIC DATA INTERCHANGE)

As redes de intercâmbio de dados provavelmente tiveram seu maior impacto na forma como pode ser processada a troca interoperações de informações. Os detalhes de pedidos colocados junto a fornecedores, pedidos recebidos dos consumidores, pagamentos feitos a fornecedores e pagamentos recebidos de consumidores podem todos ser transmitidos através de redes de informação. Se fornecedores, consumidores e bancos envolvidos nos arranjos financeiros também adotarem tecnologia compatível, a informação pode permanecer em sua forma digital. Isso elimina a necessidade de ler informações em papel e teclá-las para dentro de seus próprios computadores. O uso de redes para trocas desta forma é chamado *intercâmbio eletrônico de dados*, uma das áreas de crescimento mais rápido de processamento de informações de negócios.

As redes que carregam informação EDI são chamadas serviços de *rede de valor adicionado* (VANs – value added network services) e são usualmente gerenciadas por terceiros em vez de pelos que as trocam. Os fornecedores de VANs na Europa, por exemplo, incluem a *Easylink* da AT&T, a *Tradenet* da INS, a *Edinet* da BT. Os consumidores e fornecedores que estão ligados a essas redes não somente precisam do *hardware* necessário, mas para obter todas as vantagens dos EDI, também precisam dos *softwares* e sistemas internos, que sejam compatíveis com seus parceiros de trocas (veja o quadro sobre a EDI em operações de varejo).

Sistemas de informação gerencial (SIG)

A maior parte da nossa discussão, até aqui, referiu-se ao arranjo de tecnologias de processamento de informação – que computadores e outros artefatos podem fazer, e como eles estão conectados aos demais. Dentro da configuração do sistema físico, todavia, o que é importante é a forma como a informação se move, é modificada, é manipulada e apresentada de modo a poder ser utilizada no gerenciamento de uma organização. Esses sistemas são sistemas de informação gerencial. Os gerentes de produção fazem considerável uso de SIG, especialmente em suas atividades de planejamento e controle. Os sistemas que estão relacionados com o gerenciamento de estoque, o ritmo e a programação de atividades, a previsão de demanda, o processamento de pedidos, o gerenciamento de qualidade e muitas outras atividades são parte integrante da vida no trabalho de muitos gerentes de produção, e são analisadas nos capítulos de planejamento e controle da Parte III.

O uso do EDI revolucionou a forma como as grandes operações de varejo da Europa fazem negócios com seus fornecedores. Um dos maiores usuários de EDI é a rede de supermercados do Reino Unido, Tesco. A Tesco usa a rede Tradenet para ligar seus sistemas de pedidos com os sistemas de processamento de pedidos de seus fornecedores. A Tesco vê o EDI como parte vital de sua moderna cadeia de distribuição, que reduziu a necessidade de manter grandes estoques, acelerou as entregas de seus fornecedores e ajudou a melhorar os lucros. O potencial do EDI para previsão de vendas também representa uma vantagem significativa. Tendências de vendas podem ser rapidamente interpretadas e as previsões ajustadas, e, com curto tempo de resposta de entregas (ajudado pelo EDI), oscilações de curto prazo na demanda para um produto em particular podem ser atendidas no dia seguinte.

A Tesco tem cerca de 1.000 fornecedores ligados via EDI, inclusive a Unilever, fabricante de alimentos anglo-holandesa, a Pedigree, divisão de alimentos de animais domésticos da Mars Corporation, e a Colgate-Palmolive. A experiência da Colgate é típica a muitos fornecedores. Em 1988, a Tesco abordou para sugerir que ela parasse a receber pedidos da Tesco via correio e, em vez disso, recebessem pedidos diretamente dos computadores da Tesco via uma linha telefônica. As vantagens para a Colgate foram apresentadas como sendo relacionadas com a velocidade do processamento dos pedidos, a velocidade com que a Colgate poderia faturar a Tesco pelos bens despachados e a eliminação de erros de digitação, porque a Colgate não teria que digitar os dados recebidos dessa forma. Todavia, a Colgate estava ansiosa para adotar o EDI, porque acreditava que ele seria atraente para seus outros clientes. Foi por causa de sua fé no futuro do EDI que ela investiu em tecnologia que integraria os pedidos eletrônicos que recebesse diretamente em seu sistema de processamento de pedidos. Um exercício caro, mas, uma vez feito, permitiria à Colgate conectar-se com qualquer outro de seus consumidores que quisessem negociar da mesma forma. Depois de a companhia comprometer-se com o EDI, quanto mais negócios ela faz, mais rápido é o retorno sobre o investimento.

As redes eletrônicas de negócios que ligam clientes e fornecedores em EDI também podem ser usadas dentro de uma companhia. Em ainda outra manifestação do conceito de consumidores internos, algumas empresas estão usando os VANs não apenas para se comunicar com outras organizações, mas também para comunicação interna na companhia. Por exemplo, a Sears, o grupo de varejo, usa uma rede comercial (Edinet) para manusear mensagens e dados entre suas instalações. Mesmo assim, os problemas de compatibilidade entre empresas e redes locais, nacionais e internacionais são consideráveis.

8. **Fontes:** SARSON, R. M. Companies adopt a new way of talking. *The Times*, 24 Sept. 1993; HARRIS, D. Fast orders help trades net profits. *Accounting*, Nov. 1991.

Tecnologia de processamento de consumidor

Tradicionalmente, as operações de processamento de consumidores têm sido vistas como de "baixa tecnologia", quando comparadas com as operações de processamento de materiais. A pressuposição é de que a manufatura precisa de máquinas enquanto os serviços contam com pessoas. Até certo ponto, isto é compreensível: visite a maioria das fábricas e sua tecnologia é freqüentemente evidente. Por exemplo, não existe nenhum engano no significado da tecnologia do processo dos produtores de aço para seus negócios. Por outro lado, um escritório ou um banco ou mesmo um hospital não parecem ser tão dominados pela tecnologia de processo. Nesses tipos de operações, são as pessoas que precisam ser notadas antes da tecnologia.

Há um ponto sendo esquecido, todavia. Mesmo que as operações de processamento de consumidores, em média, de fato invistam menos em tecnologia de processo do que suas parceiras manufaturadoras, sua competitividade pode também ser afetada criticamente pelas boas ou más decisões de tecnologia de processo. Um banco cujos caixas automáticos (ATMs – automatic teller machines) não trabalham bem não pode competir tão aficazmente como um produtor de aço com altos fornos não confiáveis. Uma empresa aérea cujos aviões não são confiáveis está falhando em relação a seus consumidores de uma forma ainda mais direta e séria do que, digamos, uma manufatura de eletrônicos, cujas máquinas não podem montar componentes eletrônicos como deveriam.

Tecnologia de atividades de retaguarda e linha de frente

No Capítulo 1, distinguimos a parte de linha de frente das operações de processamento de consumidores, que tem contato direto com consumidores, da parte de retaguarda, que tem pouco ou nenhum contato. A tecnologia está freqüentemente presente em ambas, na linha de frente e na retaguarda. Muito da tecnologia usada em retaguarda relaciona-se com processamento de informação e é do tipo anteriormente descrito. A tecnologia dos escritórios da linha de frente tem algum tipo de contato (direto ou indireto) com consumidores. Em alguns casos, como o dos ATMs, por exemplo, a tecnologia existe para ligar os consumidores nos escritórios de linha de frente com a capacidade de processamento de informação dos escritórios de retaguarda (veja Figura 8.6).

Interação tecnologia-pessoal-consumidor

Em processamento de material ou de informação, os gerentes de produção preocupam-se com a interação entre o pessoal e a tecnologia. Em operações de processamento de consumidores, todavia, existe um conjunto tríplice de interações entre consumidores, pessoal e tecnologia (veja Figura 8.7). É a natureza dessa interação que pode ser usada para categorizar os vários tipos de tecnologia de processamento de consumidores.

Aqui distinguimos entre três tipos de interação. A distinção entre as categorias não é sempre clara, mas elas de fato representam abordagens mais amplas do uso de tecnologia de processamento de consumidor. Elas são:

- onde *não existe nenhuma interação entre consumidores e tecnologia;*

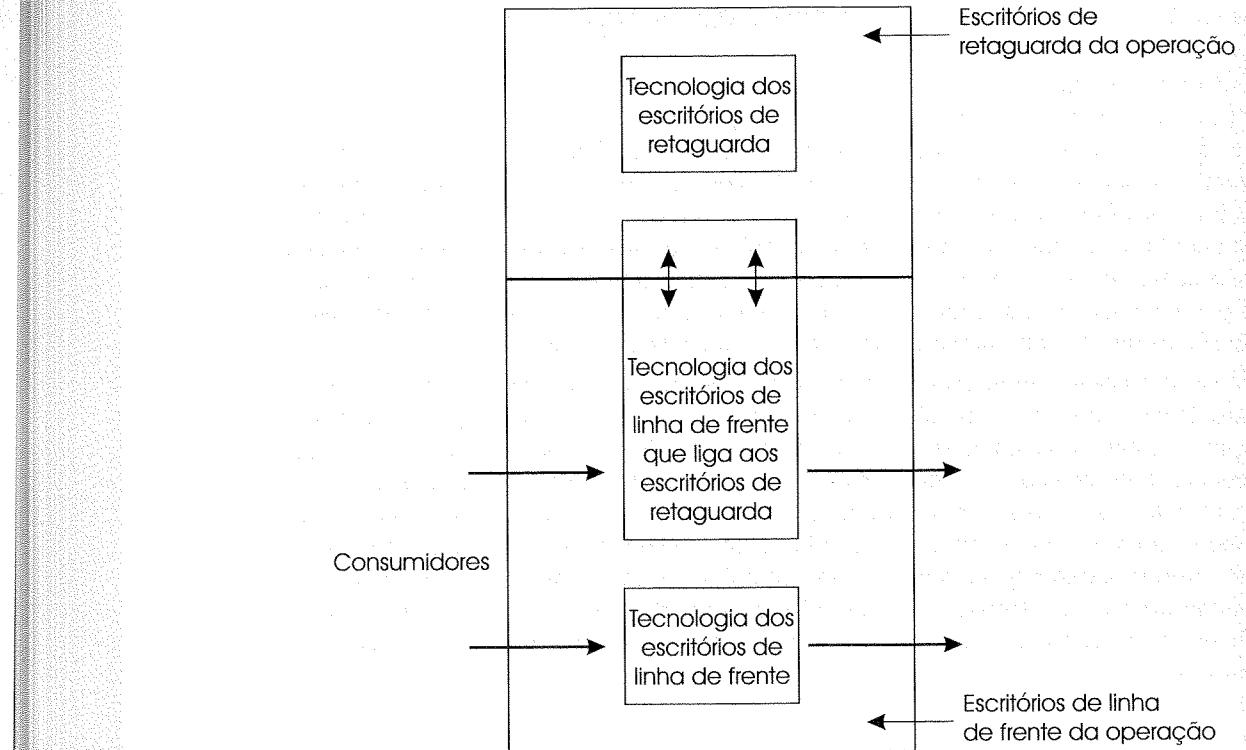


Figura 8.6 *Tecnologia de processamento de consumidores pode ou operar nos escritórios de linha de frente ou possibilitar aos consumidores interagir com os escritórios de retaguarda.*

- onde existe *interação passiva* entre consumidores e tecnologia;
- onde existe *interação ativa* entre consumidores e tecnologia.

Tecnologia sem nenhuma interação direta com consumidor

Quando os consumidores de uma empresa aérea fazem o *check in* no aeroporto, eles escolhem seus assentos, informam suas solicitações especiais e recebem os cartões de embarque. Para fazer isso, o pessoal da empresa aérea opera um terminal de computador que os liga ao sistema da empresa aérea e a uma impressora que imprime os cartões de embarque e os tíquetes de bagagem. Esta tecnologia de processo é vital para o andamento suave da operação de *check in*. O uso dela beneficia tanto a empresa aérea como o consumidor. O consumidor não usa diretamente a tecnologia, todavia, o membro do pessoal o faz em nome do consumidor. O consumidor pode “navegar” ou guiar o processo, mas não o “dirige”. A tecnologia pode mesmo ser arranjada para ajudar o consumidor a navegar o processo. Por exemplo, algumas companhias aéreas têm uma tela com a distribuição dos assentos no avião de frente para o consumidor,

9. WALLEY, P, AMIN, V. Automation in a customer contact environment. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 14, nº 5, p. 86-100, 1994.

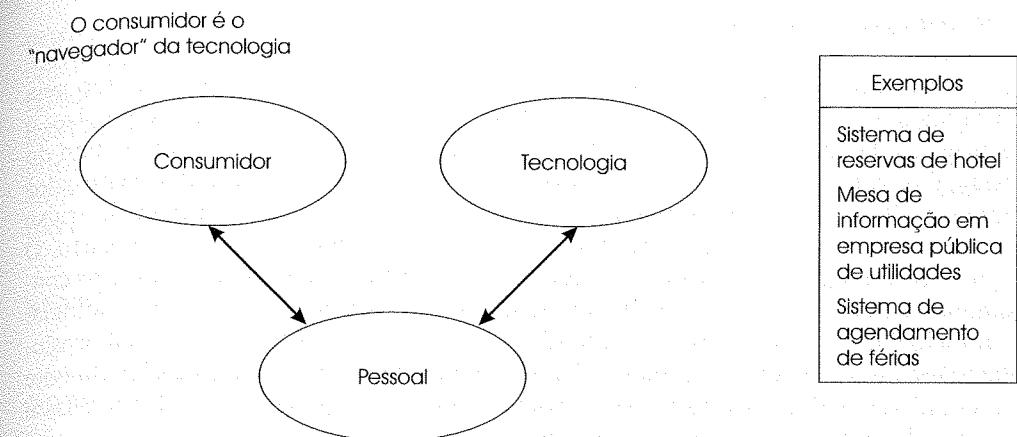


Figura 8.7 *A tecnologia de processamento de consumidores pode interagir tanto com consumidores como com o pessoal da operação.*

mostrando quais assentos ainda estão disponíveis. Isso é uma ajuda ao consumidor, que não tem nenhum contato direto com a tecnologia, contudo.

TECNOLOGIA ESCONDIDA

Na maioria dos exemplos deste tipo de tecnologia, mesmo quando a tecnologia não é óbvia para os consumidores, ela não está totalmente distante deles. Algumas tecnologias são invisíveis ou transparentes aos consumidores, todavia. A tecnologia está “consciente” dos consumidores, mas não o inverso. Por exemplo, as tecnologias de monitoramento de segurança em *shopping centers* ou nas áreas de alfândega de fronteira.

Tecnologia com interação passiva com consumidor

Um passageiro que pega um vôo está interagindo com tecnologia – o avião. A tecnologia não está nem escondida do consumidor nem é meramente um mecanismo para ajudar o pessoal da empresa aérea a servir seu consumidor – os consumidores estão em contato físico com ela. Neste caso, todavia, eles não têm muita influência sobre a tecnologia. O papel do consumidor é predominantemente passivo. A tecnologia guia o consumidor em vez do contrário. Os consumidores são “passageiros” da tecnologia; no caso de operações de transporte, como o da empresa aérea, literalmente passageiros. Além dos aviões, outras tecnologias de transporte, como ônibus, sistemas de transporte de massa, mesmo esteiras transportadoras de clientes, também caem nessa categoria. Em todos esses casos, a tecnologia “processa” consumidores e também os controla, restringindo suas ações de alguma forma. A tecnologia ajuda a reduzir a variedade na operação.

Exemplos
Sistema de reservas de hotel
Mesa de informação em empresa pública de utilidades
Sistema de agendamento de férias

Tecnologia com interação ativa com consumidor

Com o *check in* para seu voo tendo sido feito pelo pessoal, que foi ajudado pela tecnologia, e tendo sido transportado pela tecnologia, da qual era usuário passivo, o passageiro da empresa aérea pode escolher usar as facilidades de entretenimento do avião. É provável que seja uma tela individual e fones de ouvido, que podem ser usados para ver filmes ou ouvir entretenimento de áudio. O passageiro pode mesmo fazer uso de comunicações baseadas em tecnologia para agendar hotel ou alugar um carro. O tipo de tecnologia que o passageiro está usando aqui é do terceiro tipo – onde os consumidores estão ativamente envolvidos no uso, ou no “direcionamento” da tecnologia. A principal interação é entre o consumidor e a tecnologia, apesar de o pessoal ocasionalmente interagir com a tecnologia. Por exemplo, o pessoal de banco ocasionalmente precisará repor dinheiro num ATM e companhias de máquinas de vendas precisam repor os bens e esvaziar o dinheiro de suas máquinas.

TREINAMENTO DE CONSUMIDOR

Se os consumidores têm que ter contato direto com tecnologia, eles devem ter alguma idéia de como operá-la. Onde os consumidores têm uma interação ativa, as limitações de seu conhecimento sobre a tecnologia pode ser a principal limitação a seu uso. Por exemplo, mesmo algumas tecnologias domésticas como os videocassetes, podem não ser usadas em seu total potencial pela maioria de seus proprietários. Outras tecnologias “dirigidas por consumidores” podem encarar o mesmo problema, com o importante acréscimo de que, se os consumidores não podem usar tecnologias como os ATMs, existem sérias consequências comerciais para o serviço ao consumidor de um banco. O pessoal em operações de manufatura pode precisar de diversos anos de treino antes que lhe seja dado o controle da tecnologia que opera. As operações de serviços raramente têm a mesma oportunidade para treinamento dos consumidores.

Dimensões de tecnologia

Até aqui, pelo menos uma coisa deve estar clara – a tecnologia de processo vem sob muitas diferentes formas. Isso dificulta generalizar para tecnologias que são usadas para uma variedade tão grande de propósitos. Todas as operações fazem escolhas em relação a suas tecnologias, todavia, e sempre há formas alternativas de configurar qualquer tecnologia. A exploração dessas alternativas envolve pensar em três dimensões:

- o grau de *automação* da tecnologia;
- a *escala* da tecnologia;
- o grau de *integração* da tecnologia.

Grau de automação da tecnologia

Nenhuma tecnologia opera totalmente sem a intervenção humana. Em alguma medida, todas necessitam de intervenção humana durante algum tempo. Pode ser mímina – por exemplo, as intervenções de manutenção preventiva em uma refinaria

petroquímica, ou a ocasional reprogramação de um sistema de controle por computador. Inversamente, os membros do pessoal que operam a tecnologia podem ser os “cérebros” do processo – por exemplo, o operador trabalhando um torno mecânico de precisão, ou o cirurgião usando técnicas cirúrgicas pouco agressoras. As tecnologias de processo variam em seu grau de automação. A relação entre o esforço tecnológico e o esforço humano que empregam é algumas vezes chamada de *intensidade de capital* (*capital intensity*) da tecnologia de processo.

BENEFÍCIOS DA AUTOMAÇÃO

Dois benefícios do grau crescente de automação em uma tecnologia de processo são usualmente citados.

- Economiza custos de mão-de-obra direta.
- Reduz a variabilidade da operação.

A automação é usualmente justificada pelo primeiro, mas é algumas vezes o último que é mais significativo. Não obstante, vale a pena examinar que tipo de trabalho pode ser economizado através de automação em qualquer caso particular. A mão de obra direta pode freqüentemente ser economizada, mas isso não significa que o efeito líquido é uma economia de custo global. Os gerentes de produção precisam considerar os seguintes pontos antes de automatizar somente por conta de economia de custos.¹⁰

- A tecnologia pode desempenhar a tarefa melhor ou de forma mais segura do que uma pessoa? Não somente mais rápido (embora isso possa obviamente ser importante), mas melhor em um sentido mais amplo. A tecnologia pode cometer menos erros, mudar de uma tarefa para a seguinte mais rápido e com mais confiabilidade, ou responder melhor a quebras?
- Que atividades de apoio, como manutenção ou programação, a tecnologia precisa para funcionar efetivamente? Qual seria o efeito sobre os custos indiretos? Não somente pessoal extra e habilidades extras que podem ser necessárias, mas também o efeito sobre a crescente complexidade das atividades de apoio.
- A tecnologia pode lidar com novas possibilidades de produtos ou serviços tão efetivamente como as alternativas menos automatizadas? Esta é uma questão difícil, porque ninguém sabe exatamente do que a produção vai precisar para produzir no futuro. Não obstante, é uma questão importante; a automação representa um risco tanto quanto uma oportunidade.

Qual é o potencial de melhoria na criatividade humana e solução de problemas com o desempenho da máquina? Vale a pena livrar-se do potencial humano junto com os custos?

Escala da tecnologia

As operações freqüentemente precisam decidir entre adquirir uma unidade de tecnologia de grande escala ou diversas menores. Por exemplo, a duplicação do depar-

10. SLACK, N. *The manufacturing advantage*. Mercury Business, 1991.

tamento de um grande complexo de escritórios pode ter de decidir entre investir em uma única copiadora grande e rápida, ou, alternativamente, em diversas copiadoras menores e mais lentas. Uma empresa aérea pode comprar um ou dois aviões de grande porte, ou um número maior de aviões menores. Uma manufatura pode projetar sua operação em torno de uma única máquina de grande capacidade, ou diversas máquinas menores. Não importa qual a tecnologia, há usualmente alternativas quanto ao tamanho de uma máquina que seria sensato adquirir. As economias da tecnologia em si vão influenciar a decisão. Algumas tecnologias de processo, como o avião intercontinental, as refinarias petroquímicas, ou as fábricas de aço, beneficiam-se da escala, e assim tendem a ser implantadas na forma de capacidade. Outras, como os computadores pessoais ou os ATMs (caixas automáticos), por exemplo, são eficientes quando operando em pequena escala.

As vantagens das tecnologias de grande escala são similares às vantagens dos incrementos de grandes capacidades discutidos no Capítulo 6 e são resumidas na Tabela 8.2.

Tabela 8.2 Vantagens das tecnologias de grande escala e de pequena escala.

Vantagens da tecnologia de grande escala	Vantagens da tecnologia de pequena escala
As economias de escala podem levar a custos menores por produto ou serviço entregue	Boa flexibilidade de mix – cada unidade de tecnologia pode estar engajada em diferentes atividades
Custos de capital mais baixos por unidade de capacidade	Alta robustez contra falhas
Pode incorporar elementos de apoio e de controle na tecnologia (por exemplo, instalações de "sanitários" em ônibus grandes)	Risco de obsolescência mais baixo
Pode trabalhar de forma compartilhada para melhor utilização (por exemplo, processamento em lotes em sistemas de computador centralizados)	Podem ser alocadas mais perto de onde a tecnologia é necessária

Muitas das vantagens das tecnologia de grande escala estão ligadas às vantagens de custo que elas podem trazer. Os custos de capital e de operação por unidade de capacidade são geralmente menores. Se os fatores de custo são uma força de grandes unidades de tecnologia, já a agilidade e a flexibilidade podem ser virtudes de tecnologias de menor escala. A flexibilidade de mix (veja Capítulo 2), especialmente, é melhorada. Por exemplo, quatro pequenas máquinas podem, entre si, produzir quatro diferentes produtos simultaneamente (embora mais vagarosamente), enquanto uma máquina grande, com o quádruplo de capacidade, pode produzir um produto quatro vezes mais rápido. As tecnologias de pequena escala também são mais robustas. Suponhamos que a escolha seja entre três pequenas máquinas e duas maiores. No primeiro caso, se uma máquina quebra, um terço da capacidade é perdida, mas no segundo, a

capacidade é reduzida à metade. Também é mais fácil tirar vantagem de melhorias de tecnologia com tecnologias de pequena escala. Comprar uma máquina pequena, exatamente na medida das atuais necessidades, permite à operação comprar a mais recente tecnologia quando a demanda aumentar.

Grau de integração da tecnologia

Integração significa ligação de atividades anteriormente separadas com um único sistema. Essa questão surgiu em pontos anteriores deste capítulo. Por exemplo, o desenvolvimento tecnológico representado pelas redes de área locais é justamente o da integração. De maneira similar, o desenvolvimento de tecnologias avançadas de manufatura é o resultado da integração baseada em microprocessador.

INTEGRAÇÃO, SINCRONIZAÇÃO E RAPIDEZ

Os benefícios da integração vêm diretamente dos efeitos da combinação de diversas unidades de tecnologia separadas em um todo sincronizado simples. Primeiro, existe travessia (*throughput*) mais rápida de informações ou de materiais. Por exemplo, em um FMS não há nenhuma tomada de decisão intermáquinas sobre qual trabalho tem prioridade. Segundo, e como consequência da velocidade de travessia, o estoque de materiais ou informações será menor – ele não pode acumular-se quando não há “lacunas” entre atividades. Terceiro, o fluxo é simples e previsível. É mais fácil manter a rastreabilidade de peças, quando elas passam por menos etapas, ou informações, quando são automaticamente distribuídas para todas as partes de uma rede de informação.

A tecnologia integrada pode ser mais cara. Por exemplo, em manufatura, mesmo um simples acoplamento entre máquinas para manuseio de material é caro. Além disso, quanto mais integrada é a tecnologia, mais altas podem ser as habilidades necessárias para mantê-la. Quando ocorrem falhas, todo o sistema integrado provavelmente vai parar. Em um sentido, isso faz a fábrica integrada mais vulnerável. Se a integração envolve sincronização de diversos estágios da produção, que, de outra forma, estariam fracamente conectados em séries ou “linhas”, essa “desvantagem” da integração pode ser um disciplinamento útil. Se um elo de uma corrente pára, então o outro também deveria parar. Fazer de outro modo significaria produzir estoque de material em processo, não para o consumidor final. Este é um dos dogmas da manufatura *just in time* (JIT), que é tratado inteiramente no Capítulo 15.

Resumo

- Tecnologia de processo é qualquer artefato, máquina ou equipamento que ajuda a transformar materiais, informação ou consumidores. Em operações de manufatura, é relativamente fácil separar tecnologia de produto de tecnologia de processo. Em operações de serviço pode ser difícil distinguir entre elas.
- Gerentes de produção não precisam ser especialistas na tecnologia que estão gerenciando, mas devem ser capazes de entender o suficiente sobre a tecnologia para definir seu propósito, a forma pela qual ela vai desempenhar sua função, os benefícios de usar a tecnologia em sua operação e as limitações que o uso da tecnologia pode colocar na operação.

- Tanto tecnologia de processo como de produto/serviço têm um efeito de ciclo de vida. No estágio de introdução do ciclo de vida de um produto ou serviço, é a tecnologia do produto ou serviço em si que provavelmente vai dominar. À medida que o produto ou serviço se move ao longo de seu ciclo de vida, a taxa de inovação de sua tecnologia provavelmente vai decrescer progressivamente, enquanto a taxa de inovação associada com a tecnologia do processo provavelmente vai aumentar.
- A base de muitas das tecnologias recentemente desenvolvidas é a disponibilidade de microprocessamento barato e poderoso. Por essa razão, muitas tecnologias em diferentes operações são parcialmente tecnologias de informação. Todavia, uma forma conveniente de classificar todas as tecnologias é de acordo com seu recurso primariamente transformado: podem ser materiais, informação ou consumidores.
- Os desenvolvimentos em tecnologias de processamento de materiais incluem coisas como máquinas-ferramentas de controle numérico, centros automatizados, robótica, veículos guiados automaticamente e sistemas flexíveis de manufatura. O grau em que essas tecnologias são utilizadas é parcialmente uma função da posição da produção em questão no *continuum volume-variedade*.
- A integração crescente de tecnologias de manufatura levou ao conceito de manufatura integrada por computador.
- A tecnologia de processamento de informação pode ser organizada de forma centralizada, onde uma unidade central de processamento serve a muitos diferentes usuários, ou descentralizada, onde o processamento da informação é distribuído ao longo de uma organização para colocá-lo mais próximo de seus usuários. As redes de área locais podem ser usadas para integrar a capacidade de computação distribuída dessa forma.
- As tecnologias de informação crescentemente estão mesclando-se com as tecnologias de telecomunicações. O intercâmbio eletrônico de dados é um exemplo disso.
- As tecnologias de processamento de consumidores podem ser categorizadas de acordo com o relacionamento entre a tecnologia em si, o pessoal da operação e os consumidores da operação.
- Algumas tecnologias de processamento de consumidores, de fato, não têm nenhuma interação direta com o consumidor, mas são usadas pelo pessoal de uma operação para ajudar o consumidor. O consumidor “navega” a tecnologia, mas não a opera.
- Algumas tecnologias de processamento de consumidores têm uma interação direta com o consumidor, mesmo que o consumidor não controle diretamente a tecnologia. Muitas tecnologias de transporte e médicas são desse tipo.
- Algumas tecnologias de processamento de consumidores requerem que o consumidor “dirija” a tecnologia diretamente, por exemplo, as máquinas de atendimento automático, as máquinas de vendas etc. Qualquer dessas tecnologias, que requerem que o consumidor as controle, precisa levar em conta a necessidade de treinar o consumidor nas habilidades apropriadas.
- Todas as tecnologias podem ser conceituadas em três dimensões:
 - grau de automação da tecnologia (isto é, quanto ela substitui trabalho humano por tecnologia);
 - escala da tecnologia (isto é, tamanho da capacidade da tecnologia);

– grau de integração da tecnologia (isto é, quantas partes diferentes da tecnologia são conectadas umas com as outras).

Questões para discussão

1. Identifique quantas aplicações de automação você puder nas seguintes operações: um hospital; uma empresa aérea; uma universidade; uma cadeia de hotéis; banco de varejo; agricultura.
2. Muitas universidades e faculdades em todo o mundo estão sob pressão crescente para reduzir custos por estudante em suas atividades. Como você acha que a tecnologia poderia ajudar operações como universidades a manter seus custos baixos, mas sua qualidade de ensino alta?
3. Identifique algumas tecnologias que você usa em sua vida diária. Estime o valor delas pensando como seria sem elas. Você pode identificar quais são tecnologias de produto/serviço e quais são tecnologias de processo?
4. Avalie as diferenças entre uma máquina de fax e um telefone em termos de suas capacidades operacionais.
5. Discuta a relação entre tecnologia de produto/serviço e tecnologia de processo para um produto ou serviço com o qual você está familiarizado.
6. A filosofia CIM centrada nas pessoas almeja reter as vantagens da manufatura integrada por computador enquanto também permite que o pessoal interaja com tais sistemas, de modo a alcançar suas próprias aspirações e necessidades de trabalho. Você acha que isso é somente idealismo, ou, alternativamente, a única forma de atingir o melhor dos dois mundos humano e mecanizado?
7. Discuta as vantagens e as desvantagens entre o processamento de informação centralizado e descentralizado para controladores de tráfego aéreo.
8. Descreva as seguintes tecnologias que podem ser encontradas em um aeroporto em termos das interações consumidor-pessoal-tecnologia:
máquinas de raios X em aeroportos;
túneis ligando o terminal à aeronave (*fingers*);
sistema de controle de tráfego;
scanners que checam os códigos de barras de destino nas bagagens;
máquinas automáticas de passagens.
9. A grande maioria dos serviços oferecidos por bancos de varejo poderia ser fornecida automaticamente. As máquinas de atendimento automático, as instalações de depósito automático, as ligações de telas de informação interativa nas agências e a completa gama de serviços de *home banking* ativados por voz e pessoa a pessoa, todos fazem surgir a oportunidade de um banco no qual a comunicação do cliente com o pessoal nunca ocorra face a face. Que fatores você acha que influenciam os

bancos de varejo quando eles estão decidindo até onde automatizar seus vários serviços?

10. A tecnologia do tipo robô está começando a desempenhar um papel em alguns procedimentos cirúrgicos. O que você pensa em relação a se submeter a um doutor robô?
11. As companhias aéreas já estão discutindo com manufaturas de aviões a possibilidade de desenvolver um avião com capacidade para 600 a 700 passageiros. O desejo de um avião tão grande vem da crescente demanda por viagens aéreas, especialmente em algumas rotas. Geralmente, é mais barato e mais rápido ir em um avião grande do que em um com a metade do tamanho. Em princípio, a tecnologia atual poderia permitir o desenvolvimento de um avião que poderia carregar até 1.000 passageiros. Quais você acha que podem ser as limitações ao uso da tecnologia para desenvolver um avião tão grande?
12. Algumas manufaturas japonesas preferem empregar tecnologias simples e não sofisticadas em vez de tecnologias de grande escala completamente integradas. Por que você acha que isso ocorre?

Leituras complementares selecionadas

- ABERNATHY, W. J. Production process structure end technological change. *Decision Sciences*, v. 7, nº 4, 1976.
- ADLER, T. S., Winograd, T. A. *Usability, turning technology in tools*. Oxford University Press, 1992.
- AVISHAI, B. A CEO's common sense of CIM: an interview with J. Tracy O'Rourke. *Harvard Business Review*, Jan./Feb. 1989.
- BENNETT, D., FORRESTER, P., HASSARD, J. Market-driven strategies and the design of flexible production systems: evidence from the electronics industry. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 2, 1992.
- BESSANT, J. *Managing advanced manufacturing technology: the challenge of the fifth wave*. NCC, Blackwell, 1991.
- COLLIER, D. A. *Service management: the automation of services*. Reston Publishing, 1985.
- DELENE, L. M., LYTE, D. M. interactive service operations: the relationships among information, technology and exchange transactions on the quality of the customer-contact interface. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, nº 5, 1989.
- GERWIN, D. Dos and don'ts of computerised manufacturing. *Harvard Business Review*, Mar./Apr. 1982.
- GOLDHAR, J. D., JELINEK, M. Plan for economics of scope. *Harvard Business Review*, Nov./Dec. 1983.
- GUNTON, T. *Inside information technology: a practical guide to management issues*. Prentice-Hall, 1991.
- HARRISON, M. *Advanced manufacturing technology management*. Pitman, 1990.
- JAIKUMAR, R. Postindustrial manufacturing. *Harvard Business Review*, Nov./Dec. 1986.

KAPLAN, R. S. Must CIM be justified by faith alone? *Harvard Business Review*, n^o 64, Mar./Apr. 1986.

KARLSSON, C. Knowledge and material flow in future industrial networks. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, n^o 7/8, 1992.

LINDBURG, P. The management of uncertainty in AMT implementation: the case of FMS. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, n^o 7/8, 1992.

McCUTCHEON, D. M., WOOD, A. R. The effects of technical experience on robot implementations. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, n^o 7, 1989.

MONROE, J. Strategic use of technology. *California Management Review*, Summer 1989.

RHODES, D. CIM and the integration of users, vendors and educators. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, n^o 2, 1989.

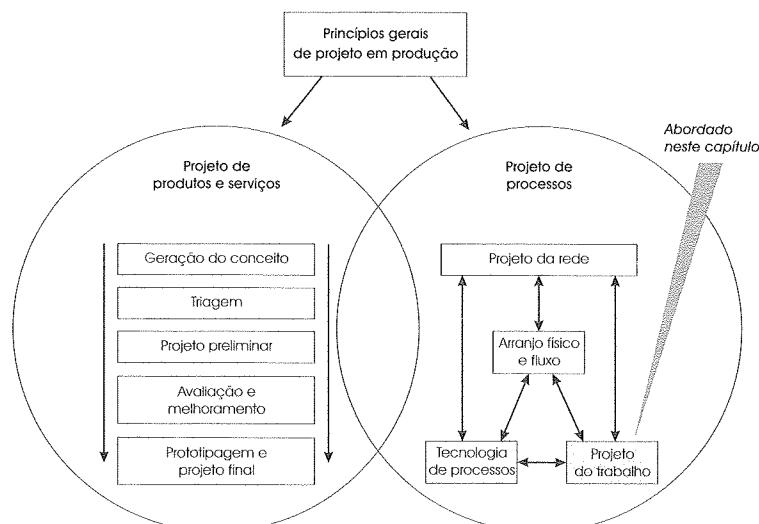
SKINNER, W. Operations technology: blind spot in strategic management. *Interface*, v. 14, n^o 1, 1984.

ZORKOCZY, P. *Information technology: an introduction*. 3. ed. Pitman, 1993.

PROJETO DE ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

INTRODUÇÃO

O gerenciamento de produção é freqüentemente apresentado como um assunto cujo foco principal está em tecnologia, sistemas, procedimentos e instalações – em outras palavras, nas partes não humanas da organização. Isto, é claro, não é verdade. Ao contrário, a forma como os recursos humanos são gerenciados tem um impacto profundo sobre a eficácia de suas funções operacionais. Neste capítulo olhamos especialmente para os elementos do gerenciamento de recursos humanos, que são tradicionalmente vistos como estando diretamente dentro da esfera da administração da produção. Estas são as atividades que influenciam o relacionamento entre pessoas, a tecnologia que elas usam e os métodos de trabalho empregados pela produção. Isto é usualmente chamado projeto de trabalho. A Figura 9.1 mostra como o projeto do trabalho se encaixa no modelo global de projeto.



202 Figura 9.1 Atividade de projeto em gerenciamento de produção coberto por este capítulo.

OBJETIVOS

Este capítulo vai examinar:

- os elementos que compõem a atividade de projeto do trabalho;
- os objetivos do projeto do trabalho;
- as vantagens e desvantagens de usar princípios de divisão de trabalho
- a abordagem da administração científica para projeto do trabalho incluindo estudo de métodos;
- a abordagem ergonômica;
- princípios comportamentais do projeto do trabalho, incluindo alargamento do trabalho e enriquecimento do trabalho;
- autonomia e *empowerment* em projeto do trabalho.

Projeto do trabalho

Dizer que os recursos humanos de uma organização são seu maior ativo é, no máximo, axiomático, e, no mínimo, um clichê. Contudo, é verdade e vale a pena relembrar a importância dos recursos humanos, especialmente nas funções operacionais, onde a maioria de seus recursos humanos encontra-se alocada. Segue que os gerentes de produção são os mais envolvidos na liderança, desenvolvimento e organização dos recursos humanos. De fato, a influência do gerenciamento de produção no pessoal da organização não está limitada a como seu trabalho é projetado. (Nem é o objetivo da abrangência deste livro: os Capítulos 18 e 20, por exemplo, preocupam-se com como as contribuições do pessoal operacional podem ser aproveitadas). O projeto do trabalho tem um papel pivô. O projeto do trabalho define a forma pela qual as pessoas agem em relação a seu trabalho. Posiciona suas expectativas de o que lhes é requerido e influencia suas percepções de como contribuem para a organização. Posiciona suas atividades em relação a seus colegas de trabalho e canaliza os fluxos de comunicação entre diferentes partes da operação. De maior importância, porém, auxilia a desenvolver a cultura da organização – seus valores, crenças e pressupostos compartilhados. É por essa razão que o projeto do trabalho é visto por alguns como o aspecto central do projeto de qualquer processo de transformação.

Elementos do projeto do trabalho

A atividade de projeto do trabalho das pessoas em produção tem mudado ao longo dos anos influenciados por muitos fatores, cada um dos quais preocupado com diferentes elementos da tarefa. O projeto do trabalho não é uma decisão simples. É composto por vários elementos separados, embora relacionados, que, quando tomados em conjunto, definem o trabalho das pessoas na produção. A Figura 9.2 ilustra alguns dos elementos do projeto do trabalho.

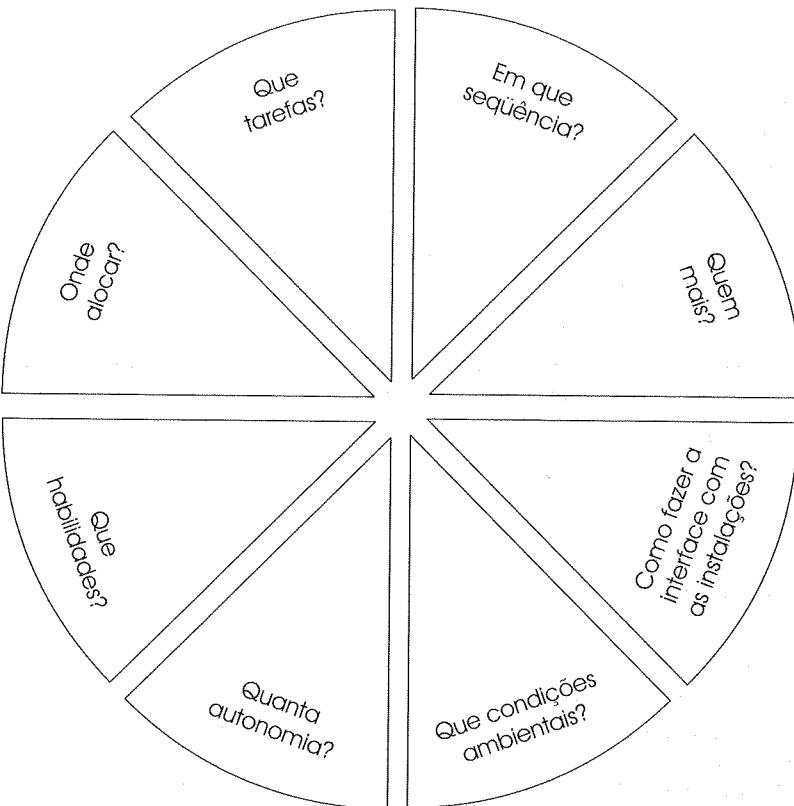


Figura 9.2 Elementos do projeto do trabalho.

Objetivos do projeto do trabalho

O trabalho pode ser projetado adotando uma das várias opções em qualquer das oito áreas da Figura 9.2. Há claramente muitas alternativas de projeto para qualquer trabalho. Por essa razão, uma compreensão de o que o projeto do trabalho deve atingir é particularmente importante. Como antes, os cinco objetivos de desempenho fornecem-nos um guia de o que é relevante nas decisões de projeto do trabalho.

1 Qualidade

A habilidade do pessoal em produzir produtos e serviços de alta qualidade pode ser afetada pelo projeto do trabalho. Isso inclui evitar erros a curto prazo, mas também inclui projetar trabalhos que incentivem o pessoal a melhorar o trabalho em si, de forma a tornar os erros menos prováveis.

2 Rapidez

Algumas vezes, a velocidade de resposta é o objetivo dominante a ser atingido no projeto do trabalho. Por exemplo, a forma pela qual o trabalho do pessoal de serviços de atendimento de emergência é organizado (a gama de tarefas para as quais eles são treinados, a seqüência de atividades em seus procedimentos, a autonomia que eles têm para decidir sobre uma ação adequada, e assim por diante) será importante na deter-

minação de sua capacidade de responder prontamente a emergências e talvez salvar vidas.

3 Confiabilidade

A confiabilidade do fornecimento de bens e serviços é usualmente influenciada pelo projeto do trabalho. Por exemplo, no arranjo do trabalho dos serviços postais, a polivalência, o uso acurado do equipamento de seleção automática de correspondência, através de um bom projeto da interface pessoal/máquina, e mesmo o “projeto” do vestuário do pessoal de entregas, podem ajudar a confiabilidade de entrega de cartas e encomendas.

4 Flexibilidade

O projeto do trabalho pode afetar a habilidade da produção para modificar a natureza de suas atividades. A flexibilidade de novos produtos ou serviços, a flexibilidade de *mix*, a flexibilidade de volume e a flexibilidade de entrega são todas dependentes em alguma extensão do projeto do trabalho. (Veja o Capítulo 2 para uma completa descrição desses diferentes tipos de flexibilidade.) Por exemplo, o pessoal em uma fábrica de carros, que tenha sido treinado em diversas tarefas (polivalência) e que use a rotatividade de tarefas em seu grupo de trabalho, são em si recursos flexíveis. Sua flexibilidade torna mais fácil para eles fazer uma variedade de modelos e também os torna mais adaptáveis, quando novos modelos são introduzidos.

5 Custo

Todos os elementos do projeto do trabalho descritos acima terão um efeito sobre a produtividade e, portanto, sobre o custo do trabalho. Produtividade, neste contexto, significa a relação entre saídas e entradas do trabalho: por exemplo, o número de consumidores servidos por hora ou o número de produtos feitos por trabalhador.

Além disso, o projeto do trabalho influenciará dois outros objetivos particularmente importantes.

6 Saúde e segurança

O que quer que seja que o projeto do trabalho alcance, não pode pôr em perigo o bem-estar das pessoas que fazem o trabalho, de outras pessoas da operação, dos consumidores, que podem estar presentes na operação, ou daqueles que usam algum produto feito pela operação.

7 Qualidade de vida no trabalho

O projeto de qualquer trabalho deve levar em conta seus efeitos sobre a segurança, o interesse intrínseco, a variedade, as oportunidades para desenvolvimento, o nível de estresse e o comportamento das pessoas que desempenham o trabalho.

Abordagens práticas para o projeto do trabalho

Há diversas abordagens que podem ser dadas ao projeto do trabalho. Ao longo dos anos, diferentes abordagens têm sido particularmente influentes em diferentes

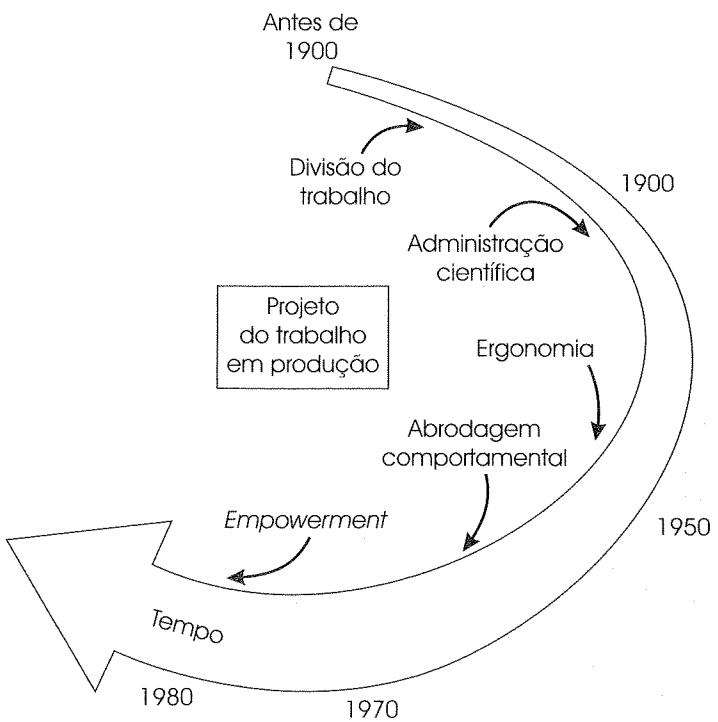


Figura 9.3 A cronologia das diferentes abordagens para o projeto de trabalho.

momentos. Nenhuma dessas abordagens é mutuamente exclusiva em si, mas elas representam diferentes filosofias ou, pelo menos, enfatizam diferentes aspectos do projeto do trabalho. Isto é devido principalmente ao fato de eles terem tido avanços em diferentes pontos da história da administração da produção. Cronologicamente, as abordagens são mostradas na Figura 9.3 e estão na ordem em que vamos tratá-las aqui. Deve ser destacado, todavia, que essas abordagens não se substituem mutuamente. A influência de todas elas ainda é evidente na forma como o trabalho é hoje projetado. Cada uma acrescentou nova “camada” ou perspectiva na atividade do projeto do trabalho.

Figura a cronologia das diferentes abordagens para o projeto do trabalho.

Divisão de trabalho

A divisão de trabalho torna-se uma questão no projeto do trabalho logo que a operação atinja porte grande o bastante para necessitar o emprego de mais do que uma pessoa. Em produções muito pequenas, com somente uma pessoa provendo os bens e serviços, obviamente não existe interesse na divisão do trabalho entre indivíduos. Por exemplo, um alfaiate autônomo vai tirar as medidas dos clientes, selecionar o tecido, cortar o tecido, costurar as partes, fazer as provas, tentar obter novas encomendas, e assim por diante. Logo que o negócio aumenta a ponto de duas ou mais pessoas serem necessárias para levar o negócio avante, surge a possibilidade de especialização. Por exemplo, se o volume requer três pessoas, elas podem dividir o conjunto total de tare-

fas de modo que uma pessoa atenda na loja e tire medidas dos clientes, a segunda pessoa corte o material e a terceira pessoa costure as roupas.

Essa idéia é chamada de divisão do trabalho – dividir o total de tarefas em pequenas partes, cada uma das quais é desempenhada por uma só pessoa. É uma idéia que se tornou evidente no projeto do trabalho, desde os tempos iniciais da atividade organizacional (desde a Grécia no quarto século antes de Cristo), contudo, foi primeiramente formalizado como um conceito pelo economista Adam Smith em seu *Wealth of nations*, em 1746.¹ Talvez o cume da divisão de trabalho seja a linha de montagem, onde os produtos movem-se ao longo de uma linha e são montados por operadores continuamente repetindo uma única tarefa. A linha de montagem é uma imagem da vida industrial que muitos veriam como fora de moda ou rebaixadora para seus operadores, ou ambos. Ainda assim é o modelo predominante de projeto de trabalho dos produtos produzidos em massa, e mesmo em alguns serviços produzidos em massa (*fast food*, por exemplo). Isto porque, apesar de suas desvantagens, existem algumas vantagens reais nos princípios da divisão de trabalho.

Proporciona aprendizado mais rápido

É obviamente mais fácil aprender como fazer uma tarefa relativamente pequena e simples do que uma grande e complexa. Isto significa que novos membros do pessoal podem ser rapidamente treinados e designados para suas tarefas quando as tarefas são pequenas e simples.

A automação torna-se mais fácil

A divisão de uma tarefa total em pequenas partes faz surgir a possibilidade de automatização de algumas dessas tarefas simples. A substituição do trabalho humano por tecnologia é consideravelmente mais fácil para tarefas pequenas e simples do que para as grandes e complexas.

Trabalho não produtivo reduzido

Este é provavelmente o mais importante benefício da divisão do trabalho e explica por que tantos trabalhos altamente divididos ainda existem. Em tarefas grandes e complexas, a proporção de tempo despendido em pegar e largar ferramentas e materiais e, de forma geral, encontrar, posicionar e procurar coisas pode ser, de fato, muito alta. Considere, por exemplo, o evento improvável de uma pessoa montando um motor de carro inteiro. A tarefa provavelmente tomaria duas ou três horas e envolveria muita procura de peças, posicionamento etc. Nenhuma dessas atividades realmente contribui diretamente para fazer o produto. Elas estão lá pela forma como o trabalho foi atribuído (uma pessoa fazendo o produto inteiro). Num produto complexo como este, pode ser que cerca de metade do tempo de uma pessoa seja gasto nesses tipos de tarefas de alcançar, posicionar, encontrar (chamadas elementos não produtivos do trabalho) em vez de diretamente estar fazendo o produto. Agora considere como um motor de carro é feito na prática. O trabalho total é provavelmente dividido em 20 ou 30 estágios separados. Cada estágio será destinado a uma pessoa que executa somente uma parte do trabalho total. Devido ao fato de que os operários estão concentrados

1. Para uma discussão das origens da divisão de trabalho, veja WILD, R. *Mass production management*, Wiley, 1972.

somente em uma parte do trabalho, equipamento especializado e dispositivos de manuseio de materiais podem ser desenvolvidos para auxiliá-los a desempenhar seu trabalho mais eficientemente. Além disso, há relativamente pouco “achar”, “posicionar” e “alcançar” envolvido nessa tarefa simplificada. O trabalho não produtivo pode ser consideravelmente reduzido, talvez para menos do que 10%. Tais melhoramentos na eficiência do trabalho são, ou podem ser, muito significativos nos custos de produção.

Todos esses benefícios contribuíram para a larga adoção dos princípios da divisão do trabalho à medida que a industrialização tomou corpo nas economias desenvolvidas do início do século vinte. Henry Ford descreveu o uso de seus princípios para a manufatura volante do magneto do “Modelo T”, em 1913.

Todavia, também há sérias desvantagens nesses trabalhos altamente divididos.

1 Monotonia

Quanto menor a tarefa, mais freqüentemente os operadores precisarão repetir a tarefa. Repetir a mesma tarefa, por exemplo, a cada trinta segundos, oito horas por dia e cinco dias por semana, dificilmente pode ser chamado um trabalho satisfatório. Além de objeções éticas ao projeto deliberado de trabalhos que são terrivelmente monótonos, há outras objeções mais práticas para trabalhos que induzem a tal tédio. Essas incluem a crescente probabilidade de absenteísmo, a crescente probabilidade de erro e mesmo a sabotagem deliberada do trabalho.

2 Dano físico

A repetição continuada de uma gama muito estreita de movimentos, além de monótono, em casos extremos leva a danos físicos. A superutilização de algumas partes do corpo (especialmente os braços, mão e pulsos) pode resultar em dor e em uma redução na capacidade física. Isto é algumas vezes chamado lesão por esforço repetitivo (LER), e, apesar de a extensão do dano físico através do trabalho repetitivo ser a causa de alguma controvérsia, o fato de o trabalho repetitivo poder, sob certas condições, causar dano é amplamente aceito.

3 Baixa flexibilidade

A divisão de uma tarefa em muitas pequenas partes freqüentemente dá ao projeto do trabalho uma rigidez que é difícil de alterar em circunstâncias mutantes. Por exemplo, se uma linha de montagem foi escolhida para fazer um produto particular, mas em certo momento tem que mudar para a manufatura de um produto diferente, a linha toda precisará ser reprojetada. Isto provavelmente envolverá mudança de cada conjunto de tarefa de cada operador, o que pode ser um procedimento demorado e difícil. Compare isso a uma situação, por exemplo, onde cada operador manufatura um produto inteiro. Nesses circunstâncias, passar de fazer um produto a outro seria uma questão relativamente simples.

4 Baixa robustez

Trabalhos altamente divididos implicam materiais (ou pessoas, ou informações) passando por diversas etapas. Se um desses estágios não está trabalhando corretamente, por exemplo devido a algum equipamento defeituoso, o todo da produção é afetado. Por outro lado, se cada pessoa está executando o trabalho todo, qualquer problema

somente afetará o nível de saída dessa pessoa. O resto da operação continuará levando a produção avante normalmente.

Administração científica

Na última década do século dezenove, e nas primeiras duas do século vinte, alguns pensadores gerenciais (principalmente americanos) desenvolveram idéias e princípios de projeto de trabalho e negócio que coletivamente ficaram conhecidos como “administração científica”. A expressão *administração científica* foi estabelecida em 1911 com a publicação do livro de mesmo nome por Frederick Winslow Taylor (na verdade, a abordagem total do projeto do trabalho algumas vezes é referida, pejorativamente, como “Taylorismo”). Nesse trabalho ele identificou o que entendeu como a doutrina básica da “administração científica”.²

- Todos os aspectos do trabalho devem ser investigados de forma científica, para estabelecer as leis, regras e fórmulas que regem os melhores métodos de trabalho.
- Tal abordagem investigativa do estudo do trabalho é necessária para estabelecer o que constitui “o trabalho justo de um dia”.
- Os trabalhadores devem ser selecionados, treinados e desenvolvidos metodicamente para desempenhar suas tarefas.
- Os administradores devem agir como os planejadores do trabalho (analizando trabalhos e padronizando o melhor método de executar o trabalho), enquanto os trabalhadores devem ser responsáveis por executar seu trabalho nos padrões estabelecidos.
- Deve ser atingida a cooperação entre a administração e os trabalhadores, visando à máxima prosperidade de ambos.

Outros contribuintes para o movimento da administração científica incluem Gilbreth, Gantt e Bedaux, todos trabalhando nos Estados Unidos. De todos, emergiram dois campos de estudo, separados mas relacionados. Um, *estudo do método*, concentra-se na determinação dos métodos e atividades que devem ser incluídas em trabalhos. O outro, *medidas do trabalho*, preocupa-se com a medição do tempo que deveria tomar a execução de trabalhos. Juntos esses dois campos são referidos como *estudo do trabalho* (veja Figura 9.4). O estudo do método é discutido adiante neste capítulo.

Críticas à administração científica

Logo no início de 1915, as críticas à abordagem da administração científica começaram a surgir.³ Em um documento submetido à Comissão de Relações Industriais dos Estados Unidos, a administração científica é descrita como:

2. TAYLOR, F. W. *Scientific management*. New York : Harper & Row, 1947.
3. HOXIE, R. F. *Scientific management and labour*. D. Appleton, 1915.

Em praticamente todas as partes do mundo, os fabricantes japoneses de veículos estão fazendo seus carros com altos padrões de qualidade e custo pela utilização de métodos semelhantes aos desenvolvidos no Japão. Um dos mais notáveis desses “implantes” é a fábrica da Toyota em Freemont, Califórnia. A fábrica é, de fato, uma *joint venture* entre a General Motors (GM) e a Toyota, usando uma fábrica que a GM havia anteriormente fechado em 1982. A razão de a GM haver fechado esta fábrica em particular não é difícil de entender. No decorrer dos anos 70 e início dos anos 80, a qualidade dos produtos produzidos em Freemont era extremamente pobre, mesmo para os padrões relativamente baixos da época. A produtividade estava entre as mais baixas dentre as fábricas da GM nos Estados Unidos, o absenteísmo corria por volta de 20% da força de trabalho, as relações trabalhistas na fábrica eram tais que ela tinha adquirido uma reputação nacional de militância e greves *wild-cats*, o abuso de álcool e drogas era um problema tanto dentro como fora da fábrica.

Logo após a GM haver fechado a fábrica, começaram as discussões com a Toyota sobre a possibilidade de uma *joint venture*. O contrato foi assinado em 1983 para produzir um carro projetado pelos japoneses, vendido sob o nome da GM, mas manufaturado, utilizando os métodos de produção da Toyota. A fábrica da NUMMI, como é agora chamada, foi formalmente aberta em 1984. Nos dois anos seguintes, a fábrica incrementou níveis de produção, progressivamente contratando mais trabalhadores, cerca de 85% dos quais haviam anteriormente trabalhado na fábrica antes de a GM fechá-la, diversos vindos da velha hierarquia sindical. Os primeiros a ser recrutados foram os líderes de grupo, 450 dos quais junto com o grupo inteiro de administração da NUMMI, tomaram parte num programa de treinamento de três semanas no Japão. Esses treinados então tiveram papel importante na organização e no treinamento de novos trabalhadores.

O desempenho da fábrica da NUMMI não podia ter contrastado mais com o que era a rotina da velha fábrica da GM. Mesmo a força de trabalho sendo praticamente a mesma, no fim de 1986, a produtividade da fábrica era mais do dobro da antiga GM e maior do que a de qualquer fábrica GM. De fato, a produtividade era quase tão grande quanto a da fábrica da Toyota de Takoaka no Japão, apesar do fato de a força de trabalho da NUMMI ser nova nos métodos de produção Toyota e, em média, dez anos mais idosa. A qualidade também melhorou dramaticamente. A auditoria mostrou que os níveis de qualidade eram quase tão altos quanto os de Takoaka e certamente maiores do que os de qualquer outra fábrica da GM. O absenteísmo caiu de acima de 20% na velha fábrica da GM para cerca de 3% a 4%. As relações industriais melhoraram significativamente. Tais níveis de desempenho melhorados atraíram investimentos crescentes, tanto em novas tecnologias de manufatura como em novos produtos.

Muitas razões para o sucesso da fábrica da NUMMI foram identificadas. Elas incluem metas organizacionais mais claras, uma abordagem seletiva no recrutamento dos empregados que antes haviam trabalhado na fábrica, o movimento no sentido do *status* único e de códigos comuns a todos de vestuário na fábrica, mesmo o orgulho de trabalhar em um produto intrinsecamente mais bem projetado. Todavia, o que é notável nessa nova fábrica é que sua administração

Figura 9.4 O estudo do trabalho compreende estudo do método e medição do trabalho.

- sendo em “espírito e essência um sistema habilmente idealizado de fazer mais rápido e suar”;
- intensificando as “tendências modernas no sentido da especialização do trabalho e de tarefas”;
- condenando o “trabalhador a uma rotina monótona”;
- colocando “nas mãos dos empregadores uma imensa massa de informações e métodos que podem ser usados inescrupulosamente em detrimento dos trabalhadores”;
- tendendo a “transferir para a administração todo o conhecimento tradicional, julgamento e habilidades, dos trabalhadores”;
- intensificando grandemente “a administração desnecessariamente ditatorial e a disciplina”;
- tendendo a “enfatizar a quantidade do produto às custas da qualidade”;

Algumas dessas críticas poderiam talvez ser vistas em termos da luta de poder organizacional “administração versus força de trabalho organizada”, que ocorria naquele tempo. Os dois temas evidentes nessas críticas iniciais justificam, contudo, uma análise mais cuidadosa. O primeiro é que a administração científica inevitavelmente resulta em padronização de trabalhos altamente divididos e assim reforça os efeitos negativos da excessiva divisão do trabalho anteriormente mencionados. Segundo, que a administração científica formaliza a separação das tarefas de julgamento, planejamento e de alta habilidade, que são feitas pelos “administradores”, das tarefas de rotina, padronizadas e de baixa habilidade, que são deixadas para os “operadores”. Tal separação, no mínimo, priva a maioria do pessoal da oportunidade de contribuir de maneira significativa a seus trabalhos (e por conseguinte priva a organização de suas contribuições). Ambos esses temas nas críticas da administração científica levam ao mesmo ponto, de que o trabalho projetado sob os rígidos princípios da administração científica levam à baixa motivação no pessoal, frustração na falta de controle sobre seu trabalho e à alienação no trabalho.

⁴ Fonte: ADLER, P. S. Time and motion regained. *Harvard Business Review*, Jan./Feb. 1933.

não abandonou as técnicas da administração científica que a gestão antiga supostamente usava. A filosofia da padronização do trabalho ainda era rigorosamente aplicada, até mesmo algo mais rigorosamente do que no passado. Cada trabalho na fábrica é cuidadosamente analisado utilizando os princípios do estudo do método para atingir o máximo de eficiência e qualidade. Os serviços são cronometrados e detalhes do trabalho são questionados criticamente.

Existe, entretanto, uma diferença fundamental entre a forma como a velha fábrica gerida pela GM abordava a administração científica do projeto do trabalho e a forma como acontece sob a filosofia da NUMMI. Enquanto antes os engenheiros industriais da companhia eram encarregados de aplicar técnicas do estudo do método, agora são os operadores (ou grupos de trabalho como são chamados) mesmos que fazem a análise de seus próprios trabalhos. Os grupos de trabalho cronometram-se entre si e analisam a seqüência de tarefas em cada trabalho. Eles procuram formas alternativas de fazer o trabalho, que melhorem a segurança e a eficiência e que possam manter-se ao longo do dia. Cada grupo então pegará suas propostas de trabalho melhorado e as comparará com as dos outros grupos que fazem o mesmo trabalho em diferentes turnos. As novas especificações de trabalho resultantes são então registradas e se tornam a definição padrão de trabalho para todo o pessoal realizando aquele trabalho.

A NUMMI alega que a padronização de tarefas resulta em menos variabilidade no desempenho de tarefa, o que, em consequência, leva a diversos benefícios posteriores.

- A segurança e as lesões por esforços relacionados ao trabalho melhoraram porque elementos potencialmente perigosos ou lesivos são removidos do trabalho.
- A produtividade melhora porque os elementos de perda do trabalho foram eliminados.
- Os padrões de qualidade melhoram porque os pontos de falha potenciais foram analisados e eliminados.
- A flexibilidade melhora e a rotatividade do trabalho é mais fácil porque os padrões são mais claros e todo o pessoal entende a estrutura intrínseca de seus trabalhos.

Um chefe de grupo comparou a forma como os engenheiros industriais da velha fábrica tinham projetado seus trabalhos com a forma como foi feito sob o regime da NUMMI.

“Não acho que os engenheiros industriais eram burros. Eles só eram ignorantes. Qualquer um pode observar o outro realizando um trabalho e vir com sugestões de melhoramentos (...) e é até mais fácil vir com o procedimento ideal se você nem se incomodou de observar o trabalhador no trabalho, mas o faz de seu escritório (...) qualquer coisa pode parecer boa dessa forma. Mesmo quando fazemos a nossa própria análise nos nossos grupos algumas das idéias mais tolas podem ser consideradas antes de nós realmente as experimentarmos (...) existem muitas coisas que entram em um bom projeto de trabalho (...) somente a pessoa que está fazendo o trabalho pode ver todos os fatores.”

Antes de desprezar o trabalho feito pelos seguidores da administração científica, vale a pena destacar dois pontos.

Aplicações mais recentes de *alguns* dos princípios da administração científica alegam haver superado, pelo menos parcialmente, as objeções a ela transferindo a responsabilidade pelo uso de seus métodos e procedimentos da “administração” para o pessoal. (O boxe de como os princípios da administração científica foram usados na fábrica da NUMMI ilustra isso.)

Alguns dos métodos e técnicas da administração científica, ao contrário da sua filosofia (especialmente aqueles que vêm sob o título genérico de “estudo do método”) podem, na prática, mostrar-se úteis no reexame crítico do projeto do trabalho. É a praticabilidade dessas técnicas que possivelmente explica por que ela sobreviveu para ainda ter influência no projeto do trabalho quase um século após seu começo.

Por ambas essas razões acreditamos que é importante para estudantes de administração de produção entender a abordagem do estudo do método para o projeto do trabalho.

Estudo do método

O estudo do método é a parte da administração científica que tem as mais diretas contribuições para o projeto do trabalho. Ele é mais uma abordagem sistemática do projeto do trabalho do que um conjunto de técnicas. Está definido na Figura 9.4.

A abordagem do estudo do método envolve seguir sistematicamente seis passos.

1. Selecionar o trabalho a ser estudado.
2. Registrar todos os fatos relevantes do método presente.
3. Examinar esses fatos criticamente e na seqüência.
4. Desenvolver o método mais prático, econômico e efetivo.
5. Instalar o novo método.
6. Manter o método através da checagem periódica dele em uso.

PASSO 1 – SELEÇÃO DO TRABALHO A SER ESTUDADO

A maioria das operações produtivas tem muitas centenas, possivelmente milhares de tarefas e atividades discretas, que podem ser submetidas a estudo. O primeiro estágio é selecionar aquelas a serem estudadas, que darão o maior retorno sobre o investimento do tempo de estudá-las. Isto significa que é improvável que valha a pena estudar atividades que, por exemplo, podem logo ser descontinuadas, ou somente são desempenhadas ocasionalmente. Por outro lado, os tipos de trabalhos que devem ser estudados como assunto prioritário são aqueles que, por exemplo, parecem oferecer o maior escopo para melhorias, ou que estão causando gargalos, atrasos, ou problemas na operação.

PASSO 2 – REGISTRAR O MÉTODO ATUAL

Há muitas maneiras diferentes de registrar as técnicas usadas no estudo do método. A maioria delas:

- registra a seqüência de atividades no trabalho;
- registra o inter-relacionamento temporal das atividades no trabalho; ou
- registra a trajetória de movimento de alguma parte do trabalho.

Talvez a técnica de registro mais comumente usada no estudo do método seja o fluxograma do processo, que foi discutido no Capítulo 5 e é estendido no Apêndice 3, no final do livro.

Note que estamos registrando o método atual de fazer o trabalho. Pode parecer estranho dedicar tanto tempo e esforço para registrar o que está atualmente acontecendo, quando, ao final, o objetivo do estudo do método é desenvolver um método melhor. A razão disso é, em primeiro lugar, que registrar o método atual pode trazer maior entendimento do trabalho em si, e isso pode levar a novas formas de fazê-lo. Em segundo lugar, registrar o método atual é um bom ponto de partida para avaliar criticamente e, portanto, melhorar o método. Neste último ponto, a pressuposição é que é mais fácil melhorar o método começando do método atual e então criticá-lo em detalhe em vez de começar com uma “folha de papel em branco”. Há outros tipos de fluxogramas que podem ser usados para registrar a seqüência de atividades em um trabalho. Há também muitas outras técnicas de registro usadas no estudo do método. O Apêndice 3, no final do livro, descreve os mais importantes em um pouco mais de detalhe.

PASSO 3 – EXAMINAR OS FATOS

Este é provavelmente o estágio mais importante no estudo do método e a idéia aqui é examinar o método atual inteira e criticamente. Isto é freqüentemente feito utilizando a assim chamada “técnica de questionamento”. Esta técnica tenta expor as razões existentes por trás do método, de modo que detecte fraquezas em sua razão de ser e, portanto, desenvolver métodos alternativos.

São feitas questões relativas ao:

- propósito de cada elemento.
 - O que é feito?
 - Por que é feito?
 - O que mais poderia ser feito?
 - O que deveria ser feito?
- local em que cada elemento é feito.
 - Onde é feito?
 - Por que é feito ali?
 - Onde mais poderia ser feito?
 - Onde deveria ser feito?

Isto pode sugerir uma combinação de certas atividades ou operações.

- a seqüência em que cada elemento é feito.
 - Quando é feito?
 - Por que é feito nesse momento?
 - Quando deveria ser feito?

Isto pode sugerir uma mudança na seqüência do trabalho.

- a pessoa que faz o elemento.

Quem faz?

Por que essa pessoa faz?

Quem mais poderia fazê-lo?

Quem deveria fazer?

Isto pode sugerir uma combinação e/ou mudança de seqüência.

- os meios pelos quais cada elemento é feito.

Como é feito?

Por que é feito dessa forma?

De que outra forma poderia ser feito?

Como deveria ser feito?

Seguir essa abordagem pode parecer algo detalhado e tedioso, porém é fundamental para a filosofia do estudo do método – cada coisa precisa ser criticamente examinada. Compreendendo a tendência natural de ser menos rigoroso neste estágio, algumas organizações usam formulários, fazendo cada uma dessas perguntas e deixando espaço para respostas formais e/ou justificativas, que pedem ao projetista do trabalho para completar.

PASSO 4 – DESENVOLVER UM NOVO MÉTODO

O exame crítico prévio dos métodos atuais indicou, neste estágio, algumas mudanças e melhoramentos. Este estágio envolve levar essa idéia avante na tentativa de:

- eliminar partes inteiras da atividade;
- combinar elementos;
- mudar a seqüência de eventos de modo que melhore a eficiência do trabalho; ou
- simplificar a atividade para reduzir o conteúdo de trabalho.

Uma ajuda útil durante este processo é um *check-list*, como no *Revised Principles of Motion Economy* (Princípios Revisados de Economia de Movimento). A Tabela 9.1 ilustra isso.

PASSOS 5 E 6 – INSTALAR O NOVO MÉTODO E MANTÊ-LO REGULARMENTE

A abordagem do estudo do método para instalação de novas práticas de trabalho é, nos padrões modernos, ingênua. Ela se concentra muito no “gerenciamento do projeto” do processo de instalação (veja o Capítulo 16 para uma descrição completa do gerenciamento de projetos), em vez de examinar as reações do pessoal cujos trabalhos e métodos estão sendo afetados. A abordagem do estudo do método também enfatiza a necessidade de monitorar regularmente a eficácia do projeto do trabalho depois de instalado. Todavia, apesar de isso não ter sido concebido como forma de filosofia de

Tabela 9.1 Princípios da economia de movimento.

Usando o corpo humano da forma que melhor funciona	<ol style="list-style-type: none"> O trabalho deveria ser arranjado de modo que um ritmo natural possa tornar-se automático. Considere a simetria do corpo, por exemplo, os movimentos dos braços deveriam ser: <ul style="list-style-type: none"> • simultâneos; e • opostos e simétricos As capacidades totais do corpo humano deveriam ser empregadas. Por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> • nenhuma das mãos deveria ficar ociosa; • o trabalho deveria ser distribuído para as partes conforme suas habilidades; • os "limites de projeto" seguros do corpo deveriam ser observados. Os braços e as mãos, como pesos, estão sujeitos às leis da física e a energia deveria ser conservada. Por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> • o momento deveria trabalhar a favor do corpo e não contra ele; • o uniforme e contínuo arco do movimento de balística é o mais eficiente; • a distância de movimentos deveria ser minimizada. As tarefas deveriam ser simplificadas. Por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> • os contatos visuais deveriam ser poucos e agrupados; • ações desnecessárias, demoras e tempos ociosos deveriam ser eliminados; • o grau de precisão e controle requeridos deveriam ser minimizados; • o número de movimentos individuais deveria ser minimizado juntamente com os grupos de músculos envolvidos.
Arranjo do local de trabalho para ajudar o desempenho	<ol style="list-style-type: none"> Deveria haver um lugar definido para todas as ferramentas e materiais. Ferramentas, materiais e controles deveriam ser colocados perto do ponto de uso. Ferramentas, materiais e controles deveriam ser colocados para permitir a melhor seqüência e curva de movimentos. O local de trabalho deveria adequar-se tanto às tarefas como às capacidades humanas.
Usando artefatos mecânicos para reduzir o esforço humano	<ol style="list-style-type: none"> Apoios e travas deveriam segurar o trabalho precisamente onde necessário. Guias deveriam ajudar o posicionamento do trabalho sem demandar concentração do operador. Os controles e artefatos operados com os pés podem liberar as mãos do trabalho. Artefatos mecânicos podem multiplicar as habilidades humanas. Os sistemas mecânicos deveriam ser adequados ao uso humano.

"melhoria contínua" (era mais assegurar-se de que as condições não mudaram, deixando o método menos do que ótimo ao seu propósito) ele pode ser usado como uma oportunidade para repensar e melhorar métodos continuamente.

Ergonomia

A ergonomia preocupa-se primariamente com os aspectos fisiológicos do projeto do trabalho, isto é, com o corpo humano e como ele se ajusta ao ambiente. Isso envolve dois aspectos que são ilustrados na Figura 9.5. Primeiro, a ergonomia preocupa-se em como a pessoa se confronta com os aspectos físicos de seu local de trabalho, onde "local de trabalho" inclui mesas, cadeiras, escrivaninhas, máquinas, computadores e assim por diante. Segundo, envolve como uma pessoa relaciona-se com as condições ambientais de sua área de trabalho imediata. Com isso queremos dizer as condições ambientais nas quais a pessoa trabalha, por exemplo, a temperatura, a iluminação, o barulho ambiente etc. Ergonomia é o termo usualmente adotado na maior parte do mundo; entretanto, é algumas vezes referido como "engenharia de fatores humanos", ou simplesmente "fatores humanos".

Ambos esses aspectos estão ligados por duas idéias comuns que permeiam a abordagem ergonômica do projeto do trabalho.

- A primeira idéia é que deve haver uma adequação entre pessoas e o trabalho que elas fazem. Para atingir essa adequação há somente duas alternativas. Ou o trabalho pode ser adequado às pessoas que os fazem ou, alternativamente, as pessoas podem ser adequadas ao trabalho. A ergonomia direciona para a primeira alternativa.
- O segundo tema que vem com a ergonomia é a coleta de dados. Dissemos que a administração científica era algo mal nomeada, mas a mesma crítica não pode ser feita à ergonomia. Ela realmente tenta tomar uma abordagem "científica" ao projeto do trabalho, de modo que coleciona dados para indicar como as pessoas reagem sob diferentes condições de projeto de trabalho e tenta encontrar o melhor conjunto de condições de conforto e desempenho.

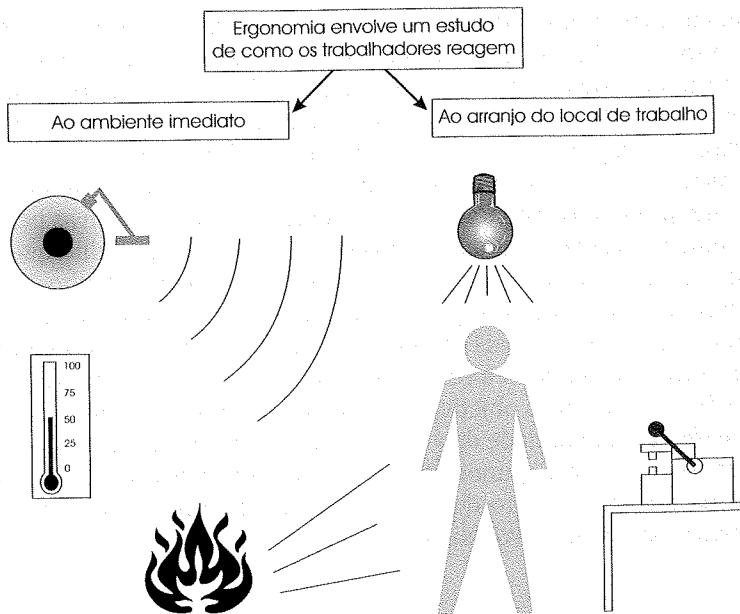


Figura 9.5 A ergonomia trata dos aspectos fisiológicos da forma como as pessoas adequarem-se a seus trabalhos.

Projeto ergonômico do local de trabalho

Dentro do local de trabalho de grande variedade de operações produtivas, novas demandas, tecnologias e métodos de trabalho reconcentraram atenção na necessidade de considerar a forma como as pessoas ligam-se às partes físicas de seus trabalhos. Isto é especialmente verificado nos trabalhos de escritórios e relacionados com informação devido à predominância de “interfaces” com computador, teclado e telas.

Entender como os locais de trabalho afetam o desempenho, a fadiga, o desgaste e os danos físicos é parte da abordagem ergonômica do projeto do trabalho.

Projeto ergonômico do ambiente

O ambiente imediato no qual o trabalho acontece pode influenciar a forma como ele é executado. As condições de trabalho que são muito quentes, ou muito frias, insuficientemente iluminadas, ou excessivamente claras, barulhentas ou irritantemente silenciosas, todas vão influenciar a forma como o trabalho é levado avante. Um ponto importante a notar é o impulso que este aspecto de ergonomia recebeu com introdução da legislação de saúde ocupacional e segurança. O *Health and Safety at Work Act* (Lei da Saúde e Segurança no Trabalho), no Reino Unido e o *Occupational Safety and Health Act* (Lei da Segurança Ocupacional e Saúde), nos Estados Unidos, são exemplos das muitas peças legislativas que controlam as condições ambientais nos locais de trabalho no mundo. Um completo entendimento deste aspecto de ergonomia é necessário para trabalhar dentro das linhas mestras dessa legislação.

Abordagens comportamentais do projeto do trabalho

Cronologicamente, a próxima influência sobre a prática do projeto do trabalho aparece nos anos 60 e 70, contudo suas raízes precedem esse momento. Foi o que se pôde chamar (na falta de um termo melhor) de abordagem “comportamental” do projeto do trabalho. As idéias e conceitos relativos à teoria da motivação contribuíram para a abordagem comportamental do projeto do trabalho. Alegou-se que os trabalhos que eram projetados com base puramente em divisão do trabalho, administração científica, ou mesmo princípios ergonômicos, freqüentemente alienavam as pessoas no trabalho. Seria então necessária uma abordagem do projeto do trabalho que levasse em conta a necessidade das pessoas de tirar algo positivo de seus trabalhos. Os trabalhos projetados para preencher as necessidades de auto-estima e desenvolvimento pessoal seriam, portanto, não apenas mais compensadores, mas também mais motivadores no sentido de incentivar as pessoas a contribuir com mais de seus talentos e habilidades. Isso atingiria dois importantes objetivos do projeto do trabalho. Primeiro, proporciona trabalhos que têm uma qualidade de vida no trabalho intrinsecamente maior – um fim eticamente desejável em si. Segundo, devido a seus altos níveis de motivação, ele é um instrumental para o atingimento de melhor desempenho para a operação, tanto em termos de qualidade como de volume de saída.⁵

218 5. HACKMAN, J. R., LAWLER, E. E. Employee reaction to job characteristics. *Journal of Applied Psychology*, v. 55, p. 259-286, 1971.

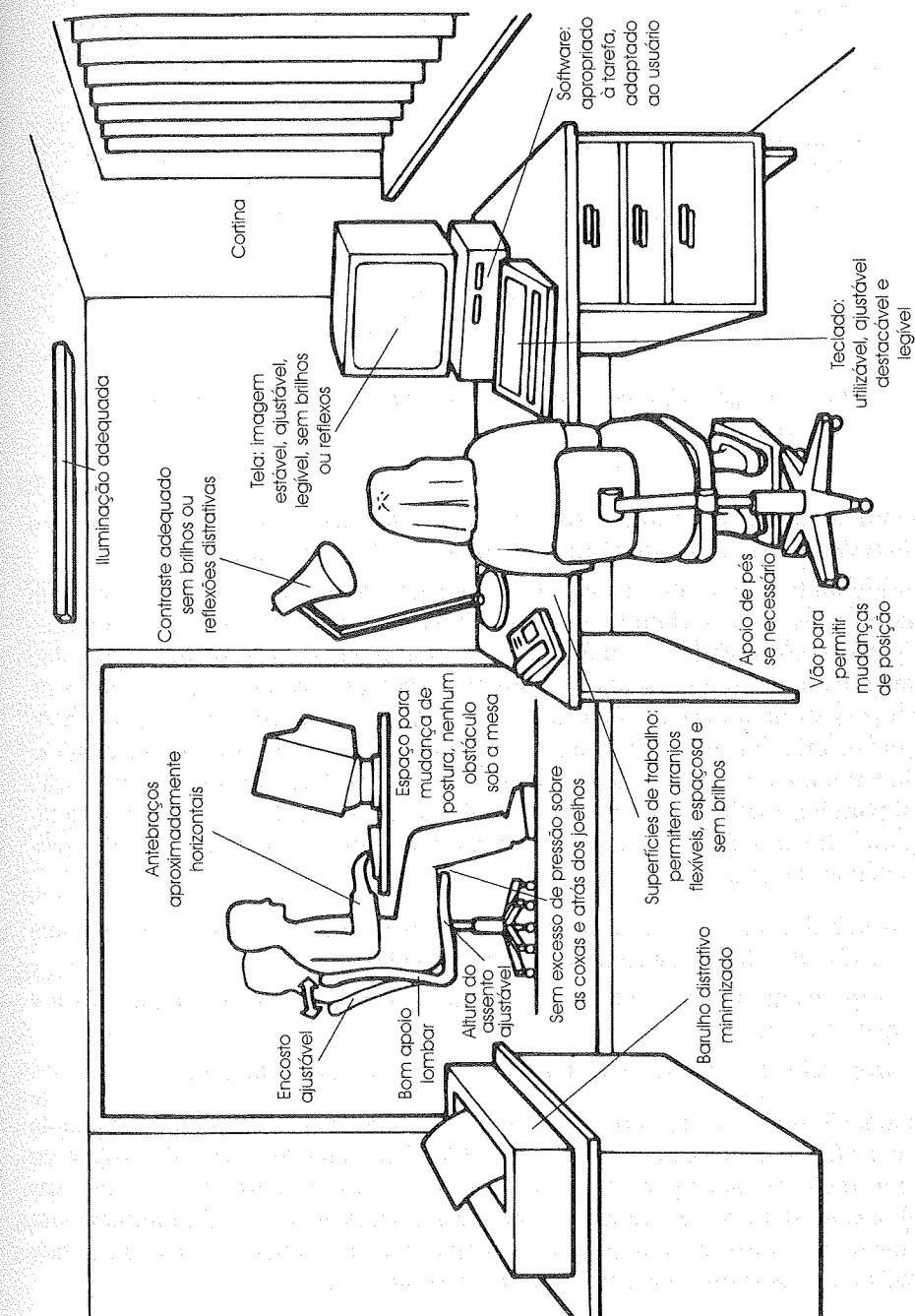


Figura 9.5 Ergonomia no ambiente do escritório.

A 'filosofia comportamental' de projeto de trabalho muda a abordagem

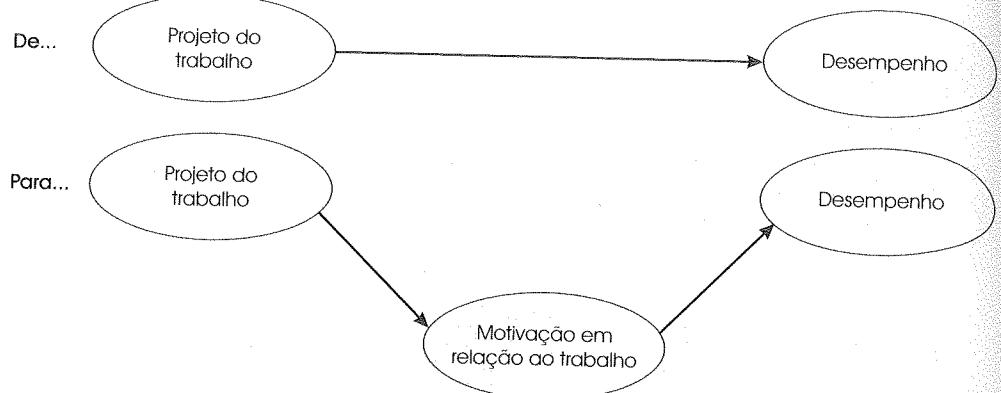


Figura 9.6 Conceito das atitudes individuais perante o trabalho como uma variável interveniente.

De fato, a abordagem comportamental representa grande mudança em como o projeto do trabalho estava sendo visto como processo. Veja Figura 9.6.

Considerando que as abordagens anteriores do projeto do trabalho presumiam uma conexão mais ou menos direta entre as características do trabalho e o desempenho das pessoas no trabalho, a abordagem comportamental do projeto do trabalho implicitamente adotou um modelo diferente. Presumiu uma variável interveniente de motivação pessoal para desempenhar o trabalho. Agora, a abordagem do projeto do trabalho envolveria dois estágios: primeiro explorando como as várias características do trabalho afetam a motivação das pessoas; segundo, explorando como a motivação individual para o trabalho afeta seu desempenho no trabalho. Geralmente, considerava que, para reduzir a alienação e aumentar a motivação e o comprometimento pessoais, o trabalho deveria:

- possibilitar que as pessoas se sentissem pessoalmente responsáveis por uma porção identificável e significativa do trabalho;
- proporcionar um conjunto de tarefas que são intrinsecamente significativas e que valem a pena;
- proporcionar retroalimentação sobre eficácia de desempenho.

Um modelo típico que se apóia nessa abordagem do projeto do trabalho é aquele de Hackman e Oldham mostrado na Figura 9.7.⁶ Aqui algumas "técnicas" de projeto do trabalho são recomendadas para influenciar as características particulares principais do trabalho. Considera-se que estas características principais do trabalho influenciam "estados mentais" positivos em relação ao trabalho. Em consequência presume-se que elas propiciam certos resultados em termos de desempenho.

220 6. HACKMAN, J. R., OLDHAM, G. A new strategy for job enrichment. *California Management Review*, Apr. 1975.

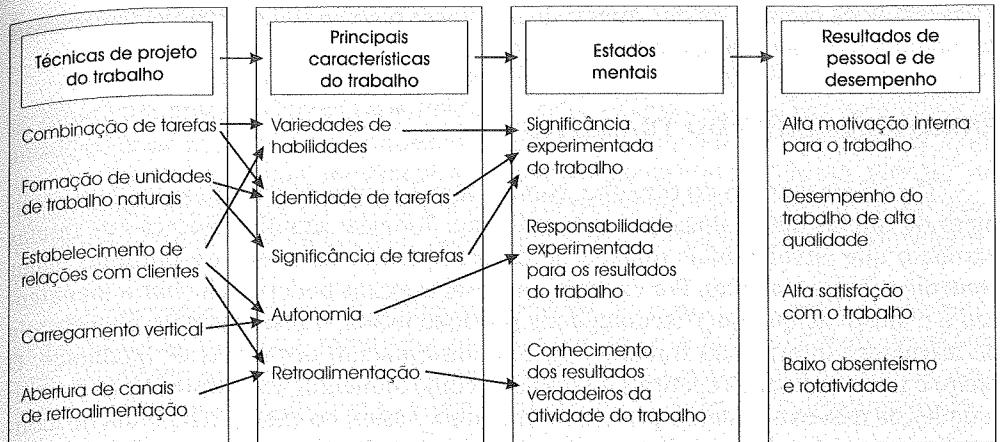


Figura 9.7 Modelo de projeto do trabalho "comportamental" típico.

REVEZAMENTO DO TRABALHO

Se o aumento do número de tarefas no trabalho é limitado, por exemplo pela tecnologia do processo, uma abordagem pode ser revezar o trabalho. Isto significa mover os indivíduos periodicamente entre diferentes conjuntos de tarefas para proporcionar alguma variedade em suas atividades. Quando de sucesso, o revezamento do trabalho pode aumentar a flexibilidade de habilidades e contribuir para reduzir a monotonia. Todavia, ele não é visto como universalmente benéfico nem pela administração (porque pode interromper a normalidade do fluxo do trabalho) nem pelo pessoal que desempenha o trabalho (porque pode interferir com seu ritmo). Na linha de montagem, por exemplo, a linha original de dez estações poderia ser mantida e poderia ser acordado um cronograma de revezamento de trabalho, que envolvesse cada pessoa movendo-se para uma posição diferente na linha e, portanto, desempenhando um conjunto diferente de tarefas.

ALARGAMENTO DO TRABALHO

O mais óbvio método de atingir pelo menos alguns dos objetivos do projeto comportamental do trabalho é pela alocação de um número maior de tarefas para indivíduos (o que Hackman e Oldham chamaram tarefas *combinadas*). Se essas tarefas extras são do mesmo tipo das do trabalho original, a mudança é chamada *alargamento do trabalho*. Isso pode não envolver tarefas mais exigentes ou compensadoras, mas pode proporcionar um trabalho mais completo e portanto mais satisfatório. A pessoa desempenhando um trabalho alargado, não repetirá atividades com tanta freqüência como faria, o que pode tornar o trabalho menos monótono.

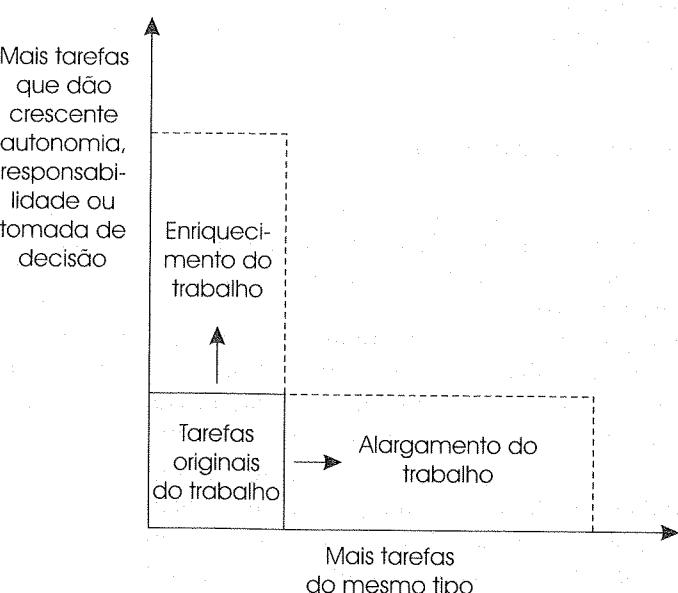
Assim, por exemplo, suponhamos que a manufatura de um produto seja tradicionalmente dividida como linha de montagem em dez trabalhos iguais e seqüenciais. Se esse trabalho é então reprojeto de modo a formar duas linhas de montagem paralelas de cinco pessoas, o nível de saída do sistema como um todo seria mantido, mas cada operador teria o dobro do número de tarefas a desempenhar. Isto é alargamento do trabalho. O operador repete-se a si mesmo menos freqüentemente e presumivelmente

a variedade de tarefas é maior, apesar de não haver responsabilidade adicional ou mais autonomia dada a cada operador.

ENRIQUECIMENTO DO TRABALHO

O enriquecimento do trabalho, como o alargamento do trabalho, aumenta o número de tarefas que é alocado a cada trabalho. Todavia, significa alocação de tarefas extras, o que envolve mais tomada de decisões, maior autonomia e portanto maior controle sobre o trabalho. Por exemplo, as tarefas extras poderiam incluir a manutenção e o ajuste de qualquer tecnologia de processo usada, o planejamento e o controle de atividades internas ao trabalho, ou o monitoramento dos níveis de qualidade. O efeito é tanto reduzir a repetição no trabalho como aumentar a autonomia e as oportunidades de desenvolvimento pessoal no trabalho. Assim, no exemplo da linha de montagem, junto com alocar cada operador para um trabalho que é duas vezes mais longo do que era anteriormente, poderia também ser alocada a responsabilidade por executar a manutenção de rotina, e tarefas como manutenção de registros e gerenciamento do fornecimento de materiais. Como resultado, tanto a autonomia como a responsabilidade pela tomada de decisões do trabalho foram aumentadas.

Uma forma de compreender a diferença entre alargamento do trabalho e enriquecimento do trabalho é pensar em mudar trabalhos no que algumas vezes é chamado de dimensões horizontal e vertical do projeto do trabalho. A Figura 9.8 ilustra a diferença entre as mudanças horizontal e vertical. Genericamente, as mudanças horizontais são aquelas que estendem a variedade de tarefas *similares* indicadas para um trabalho em particular. As mudanças verticais são aquelas que adicionam responsabilidades, tomada de decisões ou autonomia ao trabalho. O alargamento do trabalho implica movimento apenas na escala horizontal, enquanto enriquecimento certamente implica movimento na escala vertical e talvez em ambas as escalas.



222 Figura 9.8 Alargamento do trabalho e enriquecimento do trabalho.

Empowerment

A última fase em qualquer seqüência de desenvolvimentos é em geral controversa. Não temos ainda a clareza proporcionada pelas análises *a posteriori* para julgar se uma idéia atual popular é um “modismo” temporário ou uma tendência genuína. Com isso em mente, a última tendência é (discutivelmente) mover-se na direção do empowerment das pessoas em seus trabalhos. O empowerment é uma extensão da característica do trabalho de *autonomia*, proeminente na abordagem comportamental do projeto do trabalho.

Empowerment, todavia, é usualmente considerado como sendo mais do que autonomia. Considerando que autonomia significa dar ao pessoal a *habilidade* de mudar como eles fazem seu trabalho, empowerment significa dar ao pessoal a *autoridade* para fazer mudanças no trabalho em si, assim como na forma como ele é desempenhado.

Controle versus comprometimento

Este capítulo reviu as principais influências sobre o projeto do trabalho, como é praticado em operações produtivas. É importante reforçar novamente que, apesar de as termos apresentados na ordem cronológica de seu aparecimento, as várias abordagens não substituíram as anteriores. Os princípios de divisão de trabalho ainda hoje exercem influência e têm seu lugar junto com idéias relativas a empowerment e todas as outras abordagens. Há, todavia, claras diferenças entre as abordagens, tanto nos métodos como nas “técnicas” que elas adotam para projetar o trabalho e, mais importante, em suas metas e filosofias subliminares. A diferença mais óbvia entre abordagens é relativa à ênfase que colocam na necessidade de gerenciamento para controlar o trabalho e ao desejo de obter o comprometimento do pessoal que desempenha o trabalho.

A Figura 9.9 mostra como o equilíbrio entre controle e comprometimento moveu-se com o surgimento de cada abordagem do projeto do trabalho. A divisão de trabalho é totalmente preocupada com controlar o trabalho feito pelo pessoal. O controle gerencial sobre o trabalho permite que ele seja reduzido, colocado em rotina e portanto tornado mais eficiente. A administração científica, em sua forma original, pode também ser vista como preocupada exclusivamente com controlar a forma como o trabalho é desempenhado. Novamente é dito que o controle é necessário para encontrar o “melhor” método de fazer o trabalho. Todavia, os recentes desenvolvimentos em estudo do método poderiam ser vistos como movendo o uso das técnicas da administração científica mais para as mãos do pessoal operacional e, portanto, aumentando sua preocupação com o comprometimento do pessoal. A ergonomia, por estar preocupada com a forma como o pessoal responde às condições físicas e ambientais, pode ser considerada, pelo menos em parte, uma tentativa de influenciar seu comprometimento. A ergonomia, contudo, está mais preocupada com as respostas fisiológicas do pessoal do que com suas respostas psicológicas. As abordagens comportamentais do projeto do trabalho concentram-se muito mais no comprometimento do pessoal com seu trabalho e, na verdade, colocam o engajamento e a motivação do pessoal como o tema central do projeto do trabalho. Finalmente, o empowerment não apenas destaca o comprometimento do pessoal, como também transfere para ele pelo menos parte do controle sobre seu trabalho. Paradoxalmente, isto move a ênfase de volta ao controle, mas agora é o controle individual ou de grupo em vez do controle “gerencial”.

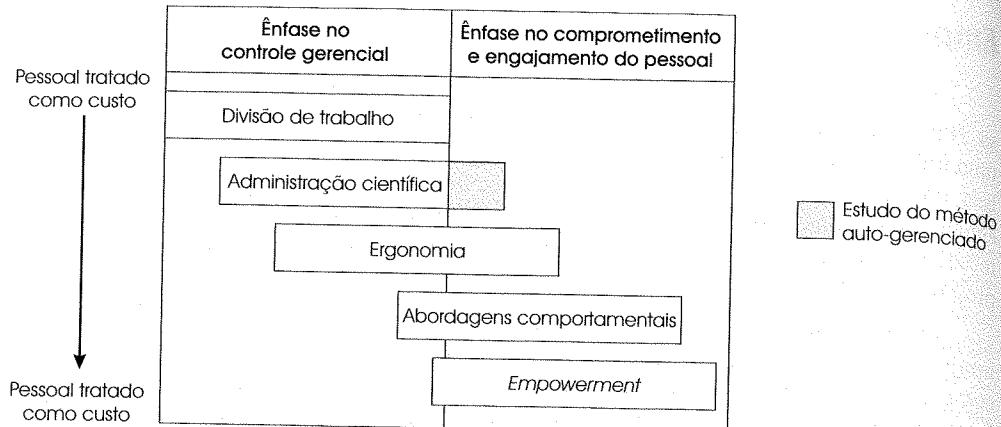


Figura 9.9 As diferentes abordagens do projeto do trabalho: cada uma implica equilíbrio diferente entre controle e comprometimento.

Resumo

- O projeto do trabalho envolve decidir quais tarefas alocar para cada pessoa na organização, e em qual seqüência desempenhá-las, onde alocar o trabalho, quem mais estaria envolvido com ele, como as pessoas devem interagir com seu local de trabalho e seu imediato ambiente de trabalho, quanta autonomia será dada ao pessoal e quais as habilidades deverão ser desenvolvidas no pessoal.
- As decisões tomadas em cada uma das áreas acima deveriam tentar definir trabalhos que têm altos interesses, segurança, proporcionam uma qualidade de vida de trabalho razoável, alta produtividade, qualidade e flexibilidade.
- Existem muitas influências sobre o projeto do trabalho. Historicamente, a primeira delas foi o conceito da divisão de trabalho. A divisão de trabalho envolve tomar uma tarefa total e dividi-la em partes separadas, cada uma das quais pode ser alocada para um diferente indivíduo desempenhar. As vantagens dos trabalhos altamente divididos são relativas a redução de custos, especialmente através da redução do trabalho não produtivo. Todavia, os trabalhos altamente divididos são monótonos e, em sua forma extrema, contribuem para danos físicos.
- A administração científica tomou algumas das idéias da divisão de trabalho, mas as aplicou mais sistematicamente em uma grande gama de atividades industriais. A área do estudo do trabalho é a mais freqüentemente associada com os princípios da administração científica. O estudo do trabalho é convencionalmente dividido em estudo do método (a forma pela qual métodos e atividades dentro dos trabalhos são determinados) e medição do trabalho (preocupada com medir o tempo que deveria ser consumido para desempenhar os trabalhos). Apesar de a administração científica, em sua forma extrema, ter caído das boas graças, formas novas nas quais o pessoal operacional em si desempenha análises de estudo do método foram aplicadas com sucesso mais recentemente.
- A abordagem da administração científica, que é talvez a mais difundida, é a do estudo do método. O estudo do método é uma abordagem sistemática para o exame da forma como os trabalhos são atualmente. Ele segue um conjunto de procedimentos que consiste em selecionar o trabalho a ser estudado, registrar o método

atual de fazer o trabalho, examinar sistematicamente aquele método, desenvolver um novo método baseado em uma crítica do método atual, instalar o novo método e mantê-lo regularmente.

- A ergonomia preocupa-se primariamente com os aspectos fisiológicos do projeto do trabalho. Ela pode ser dividida em duas áreas. Primeiro é o estudo de como o corpo humano se encaixa no local de trabalho. A segunda é um estudo de como os seres humanos reagem ao ambiente imediato, especialmente a suas características de calor, iluminação e barulho.
- Os modelos comportamentais do projeto do trabalho estão mais preocupados com as reações dos indivíduos e suas atitudes em relação a seus trabalhos. Discute-se que os trabalhos que são projetados para preencher as necessidades de auto-estima e desenvolvimento pessoal das pessoas são mais prováveis de resultar em desempenho satisfatório do trabalho. As formas de atingir isso incluem alargamento do trabalho, revezamento do trabalho, enriquecimento do trabalho e trabalho em grupo.
- O princípio do projeto do trabalho de *empowerment* concentra-se em aumentar a autonomia que os indivíduos têm de conformar a natureza de seus trabalhos. Envolve mover o processo de tomada de decisões para baixo, para as pessoas que estão fazendo o trabalho sobre o qual a decisão está sendo tomada.

Questões para discussão

- Imagine que você e quatro amigos têm que se preparar para servir uma refeição de cinco pratos para 20 pessoas. Identifique e descreva os principais elementos que estarão envolvidos no projeto do trabalho envolvido.
- Explique como o projeto de um trabalho de produzir transparências para aulas na universidade pode afetar seu desempenho.
- Explique a diferença entre divisão de trabalho e administração científica.
- Desenhe um gráfico de processo para as seguintes tarefas:
colocar papel em uma impressora;
trocar o pneu de um carro;
fazer uma xícara de café.
- Avalie o projeto do local de trabalho de sua sala de aulas.
- Explique por que alguns gerentes de produção podem estar preocupados em implementar revezamento, enriquecimento e alargamento do trabalho.
- Explique em que o *empowerment* difere das abordagens comportamentais.
- Como o *empowerment* pode diferir nas organizações de serviços profissionais e de serviços de massa? Ilustre sua resposta com referências a organizações de sua escolha.

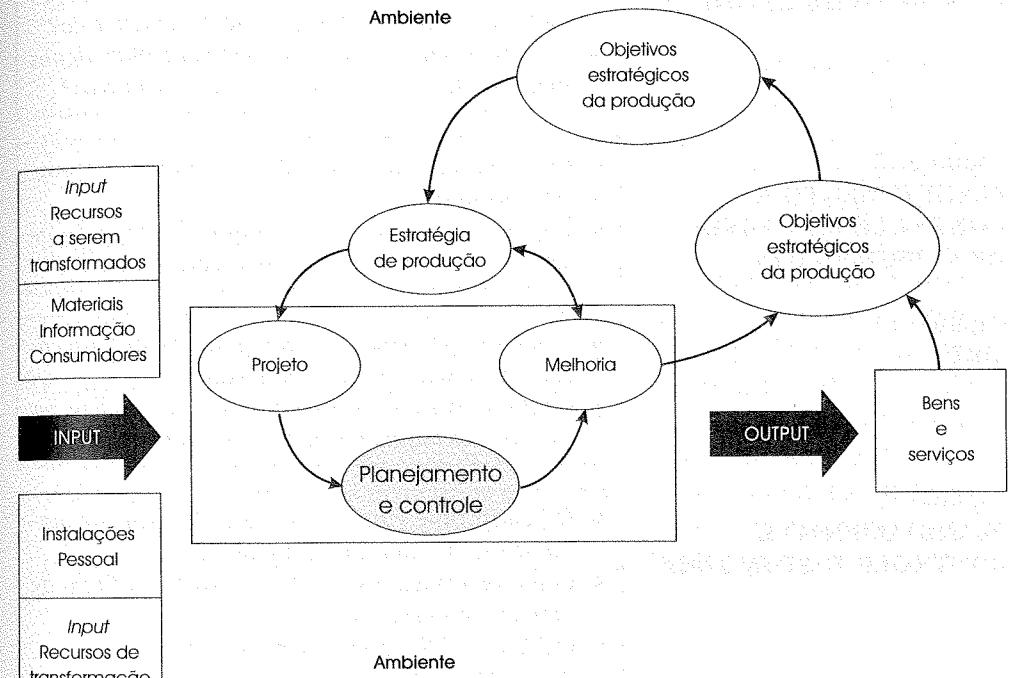
Leituras complementares selecionadas

BAILEY, J. *Job design organization*. Prentice-Hall, 1983.

- BERGGREN, C. The Volvo experience: alternatives to lean production in the swedish auto industry. Macmillan, 1992.
- CARLISLE, B. Job design implications for operations managers. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 3, nº 2, 1983.
- CLEGG, C. W., CORBETT, J. M. Resarch and development in "humanising" advanced manufacturing tecnology. In: WALL, T. D., CLEGG, C. W., KEMP, N. J. (Orgs.). *The human side of advanced manufacturing technology*. Wiley, 1987.
- CORLETT, N., WILSON, J., MANENCIA, F. (Orgs.). *Ergonomics of working posture*. Taylor and Francis, 1986.
- CUNNINGHAM, J. B., EBERLE, T. A guide to job enrichment and redesign. *Personnel*, Feb. 1990.
- HACKMAN, R. J., OLDHAM, G. *Work redesign*. Addison-Wesley, 1980.
- HERZBERG, F. One more time: how do you motivate employees? (com comentário retrospectivo). *Harward Business Review*, Sept./Oct. 1987.
- KNIGHTS, D., WILLMOTT, H., COLLISON, D. (Orgs.). *Job redesign*. Gower, 1985.
- MAIN, J. Battling your own bureaucracy. In: Working smarter, *Fortune*, New York : Viking Press, Prentice-Hall, 1982. p. 88-89.
- RUBENOWITZ, S. The role of management in production units sith autonomous work groups. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 7/8, 1982.
- SCARBOOUGH, H., CORBET, M. *Technology and organization*. Routledge, 1982.
- WILD, R. *Work organization*, Wiley, 1975.

Parte III

PLANEJAMENTO E CONTROLE



O projeto físico de uma operação produtiva deve proporcionar recursos capazes de satisfazer as exigências dos consumidores. O planejamento e controle preocupa-se com operar esses recursos no nível diário de modo a fornecer bens e serviços que preencherão as exigências dos consumidores. Esta parte do livro atentará para diversos aspectos do planejamento e controle, incluindo algumas abordagens especializadas que são usadas em tipos particulares de operações.

NATUREZA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE

Capítulo 10 NATUREZA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE

QUESTÕES-CHAVES DA PRODUÇÃO

- Por que os gerentes de produção precisam planejar e controlar suas atividades?
- Como os gerentes de produção decidem quais, onde e quando as atividades devem acontecer?

Capítulo 11 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CAPACIDADE PRODUTIVA

- Como as operações produtivas sabem quanto elas podem produzir?
- Como as operações devem lidar com flutuações de demanda?

Capítulo 12 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE ESTOQUE

- Por que existe estoque?
- Como os gerentes de produção decidem quanto estoque eles precisam e quando encomendá-lo?
- Os gerentes de produção devem controlar alguns itens do estoque mais de perto do que outros?

Capítulo 13 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

- Como as operações decidem de quem comprar seus insumos e serviços?
- Como as operações organizam a distribuição de seus bens ou serviços para seus consumidores?

Capítulo 14 MRP

- Como as operações decidem quando e quanto encomendar seus insumos materiais?
- Como outros recursos de manufatura podem ser ligados aos requisitos de insumos materiais?

Capítulo 15 PLANEJAMENTO E CONTROLE JUST IN TIME

- O just in time é um conjunto de técnicas de manufatura ou uma filosofia global?
- Como os princípios do JIT controlam o fluxo de material na produção?
- O JIT e o MRP devem ser mesclados?

Capítulo 16 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PROJETOS

- Quais são as etapas do gerenciamento de projeto?
- Como as técnicas de rede podem ser usadas para ajudar a planejar e controlar projetos?

Capítulo 17 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE

- O que é qualidade?
- Por que qualidade é tão importante?
- Como podemos usar técnicas estatísticas para ajudar no controle de qualidade?

INTRODUÇÃO

A parte III deste livro preocupou-se com o projeto da operação produtiva. O projeto estabelece a forma física e a estrutura da produção. Dentro dos limites impostos pelo seu projeto, uma operação deve operar continuadamente. Com isso preocupa-se o “planejamento e controle” – gerenciar as atividades da operação produtiva de modo a satisfazer a demanda dos consumidores. Qualquer operação produtiva requer planos e controle, mesmo que a formalidade e os detalhes dos planos e do controle possam variar. Algumas operações são mais difíceis de planejar do que outras. As que têm um alto nível de imprevisibilidade podem ser particularmente difíceis de planejar. Já as operações que têm um alto grau de contato com os consumidores podem ser difíceis de controlar devido à natureza imediata de suas operações. Este capítulo introduz e dá uma visão geral de alguns dos princípios e métodos de planejamento e controle, que serão tratados em mais detalhes ao longo desta parte do livro. Em todos os casos, contudo, os diferentes aspectos do planejamento e controle

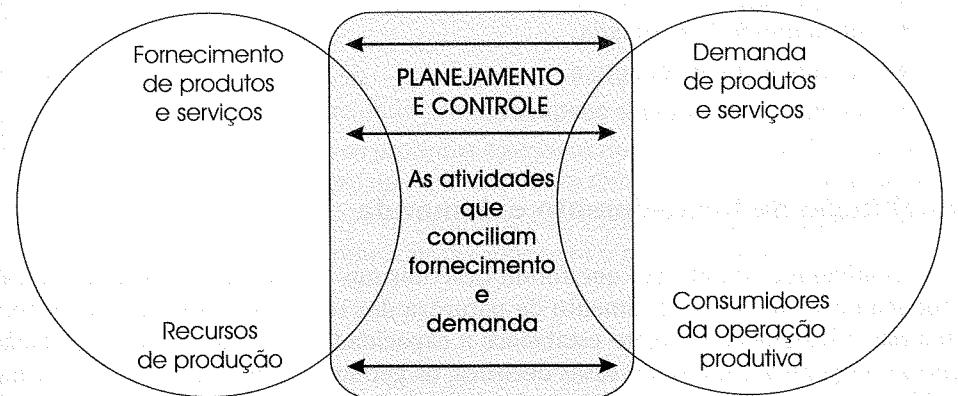


Figura 10.1 A função de planejamento e controle concilia o fornecimento dos produtos e serviços de uma operação com sua demanda.

le podem ser vistos como representando a conciliação entre fornecimento e demanda (veja Figura 10.1).

OBJETIVOS

Este capítulo vai examinar:

- o que é planejamento e controle, quais as diferenças entre planejamento e controle e como o equilíbrio entre planejamento e controle varia com o tempo;
- a natureza do fornecimento e da demanda;
- carga nos recursos produtivos – carregamento finito e infinito;
- seqüenciamento – regras de seqüenciamento e seus efeitos sobre o desempenho operacional;
- programação – programação para frente e para trás, programação puxada e empurrada, programação de recursos restritivos ou, genericamente, “restrições”;
- as influências do volume/variedade no planejamento e controle.

Que é planejamento e controle?

No Capítulo 1, introduzimos o modelo de entrada/transformação/saída para representar uma “operação produtiva”. A parte II deste livro examinou as atividades de projeto que os gerentes de produção devem desempenhar no sistema entrada/transformação/saída. Essas atividades de projeto determinaram a forma e a natureza do sistema e os recursos que contém, mas não se preocuparam com o andar do sistema no dia-a-dia. Esse é o propósito do planejamento e controle – garantir que a produção ocorra eficazmente e produza produtos e serviços como deve. Isto requer que os recursos produtivos estejam disponíveis:

- na *quantidade* adequada;
- no *momento* adequado; e
- no nível de *qualidade* adequado.

Conciliação de fornecimento e demanda

As atividades de projeto que foram descritas nos capítulos anteriores estiveram preocupadas com o estabelecimento da natureza dos recursos dentro da operação. A soma das atividades de projeto estabelece a capacidade do pessoal e das instalações dentro da operação. Ao tomar essas decisões, os gerentes de produção tentam atingir os objetivos competitivos e estratégicos de qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo. O projeto estabelece o potencial de desempenho da operação – os limites dentro dos quais a operação pode trabalhar. Os consumidores, quando considerados,

são tratados *em massa*, como um grupo criando demanda, que deve ser atendida em termos gerais. Não são usualmente considerados como indivíduos com necessidades específicas.

Assim, temos duas entidades. Por um lado, temos os recursos da operação que têm a capacidade de fornecer ao consumidor, mas aos quais ainda não foram dadas instruções de como fazer isso. Por outro lado, temos um conjunto de *demandas*, tanto gerais como específicas, dos consumidores, tanto atuais como potenciais, para os produtos ou serviços da operação. As atividades de planejamento e controle proporcionam os sistemas, procedimentos e decisões que conciliam estas duas entidades. Conectam recursos capazes de fornecer bens e serviços para a demanda que foram projetados para satisfazer. Todas as atividades de planejamento e controle estão de alguma forma dirigidas à conciliação das capacidades de fornecimento de uma operação com as demandas colocadas sobre ela. Normalmente, fazem isso através de um conjunto de sistemas, procedimentos e métodos de decisão, que os gerentes de produção podem usar no continuo correr da produção. Este modelo de planejamento e controle, como atividade conectora entre fornecimento e demanda, é o que vamos usar nesta parte do livro. Os diferentes aspectos de fornecimento e demanda, e as diferentes circunstâncias sob as quais fornecimento e demanda devem ser conciliados, serão tratados nos vários capítulos. Mas em todo caso, o propósito é o mesmo – fazer a conexão entre os dois, que vai engatilhar a produção no sentido de satisfazer seus consumidores.

LIMITAÇÕES À TAREFA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

Em qualquer operação, o fornecimento de recursos não é infinito. O trabalho elétrico para um concerto poderia ser feito em poucas horas, se diversas centenas de eletricistas chegassem e fizessem as tarefas simultaneamente, mas isso seria mais caro do que a utilização de um número pequeno por um período mais longo. Pode também haver uma limitação física para o número de eletricistas disponíveis no momento.

A natureza de um concerto de rock é a de um produto único. Entretanto, todas as características usadas para planejar e controlar a “manufatura” deste produto valerão também para outros produtos e serviços. De maneira similar, as limitações às quais as atividades de planejamento e controle estiveram sujeitas também estão presentes na maioria das operações. Genericamente elas são as seguintes.

- *Limitações de custos* – os produtos e serviços devem ser produzidos dentro de custos determinados.
- *Limitações de capacidade* – os produtos e serviços devem ser produzidos dentro de limites de capacidade projetados para a operação.¹
- *Limitações de tempo* – os produtos e serviços devem ser produzidos dentro de um intervalo de tempo, no qual eles ainda têm valor para o consumidor.
- *Limitações de qualidade* – os produtos e serviços devem ter conformidade aos dados limites de tolerância projetados para o produto ou serviço.

1. Algumas abordagens especializadas de planejamento e controle são projetar e organizar operações em torno de gargalos de capacidade. Veja a discussão sobre OPT no Capítulo 14.

Diferença entre planejamento e controle

Neste texto escolhemos tratar o planejamento e o controle juntos. Isto porque a divisão entre planejamento e controle não é clara, nem na teoria nem na prática. Todavia, há algumas características gerais que ajudam a distinguir os dois.

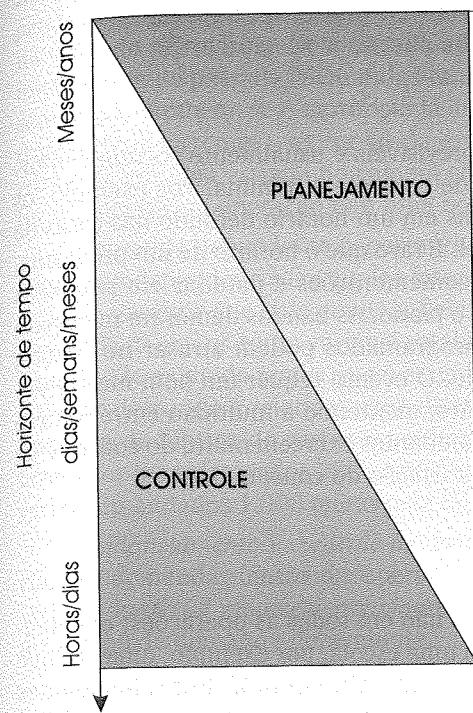
Um *plano* é uma formalização de o que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro. Um plano não garante que um evento vá realmente acontecer; é uma *declaração de intenção* de que aconteça. Os planos são baseados em expectativas, contudo, expectativas são apenas esperanças relativas ao futuro. Quando operações tentam implementar planos, as coisas nem sempre acontecem como esperado. Os consumidores mudam de idéia de quanto ao que eles querem e quando querem. Os fornecedores podem nem sempre entregar pontualmente, máquinas podem quebrar, funcionários podem faltar por doença. Qualquer dessas razões significa que o plano não pode ser levado avante. Há muitas diferentes variáveis, qualquer uma das quais pode contribuir para que um plano torne-se não executável. *Controle* é o processo de lidar com essas variáveis. Pode significar que os planos precisem ser redesenhados a curto prazo. Também pode significar que será preciso fazer uma “intervenção” na operação para trazê-la de volta aos “trilhos”. Por exemplo, encontrar um novo fornecedor que pode entregar rapidamente, consertar a máquina que quebrou, ou mover o pessoal de uma parte da operação para outra, para cobrir ausências. O controle faz os ajustes que permitem que a operação atinja os objetivos que o plano estabeleceu, mesmo que as suposições feitas pelo plano não se confirmem.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE LONGO, MÉDIO E CURTO PRAZO

No longo prazo, os gerentes de produção criam planos relativos ao que eles pretendem fazer, que recursos eles precisam e quais objetivos eles esperam atingir. A ênfase está mais no planejamento do que no controle porque existe pouco a ser controlado então. Eles vão usar previsões da demanda provável, descritas em termos agregados. Por exemplo, um hospital vai fazer planos para “2.000 pacientes”, sem, necessariamente, ir aos detalhes da necessidade individual desses 2.000 pacientes. De maneira semelhante, os recursos serão planejados de forma agregada. Por exemplo, o hospital pode planejar ter 100 enfermeiras e 20 médicos, mas, novamente, sem decidir a respeito de seus atributos específicos. Ao levar avante suas atividades de planejamento, os gerentes de produção estarão preocupados principalmente com atingir as metas financeiras. Serão desenvolvidos orçamentos, que identifiquem as metas de custos e receitas que se pretende alcançar.

O planejamento e controle de médio prazo está preocupado com planejar em mais detalhes (e replanejar, se necessário). Ele olha para frente para avaliar a demanda global que a operação deve atingir de uma forma parcialmente desagregada. Nesse momento, por exemplo, o hospital deve distinguir entre os diferentes tipos de demanda. O número de casos de pacientes chegando por acidente e emergência precisará ser separado do número de casos exigindo tratamento de rotina. Similarmente, os recursos terão que ser definidos em termos mais desagregados. Por exemplo, diferentes categorias de pessoal deverão ser identificadas e as quantidades de pessoal de cada categoria precisarão ser definidas. Não menos importante, planos contingenciais terão que ser pensados de forma que permitam leves desvios dos planos. Essas contingências agirão como recurso de “reserva” e farão o planejamento e controle mais fácil no curto prazo.

Importância do planejamento ou controle



Planejamento e controle de longo prazo

- Usa previsões de demanda agregada
- Determina recurso de forma agregada
- Objetivos estabelecidos em grande parte em termos financeiros

Planejamento e controle de médio prazo

- Usa previsões de demanda desagregada parcialmente
- Determina recursos e contingências
- Objetivos estabelecidos tanto em termos financeiros quanto operacionais

Planejamento e controle de curto prazo

- Usa previsões de demanda totalmente desagregada ou demanda real
- Faz intervenções nos recursos para corrigir desvios
- Consideração de objetivos operacionais *ad hoc* (caso a caso)

Figura 10.2 Equilíbrio entre atividades de planejamento e controle muda no longo, médio e curto prazos.

No planejamento e controle de curto prazo, muitos dos recursos terão sido definidos e será difícil fazer mudanças de grande escala nos recursos. Todavia, intervenções de curto prazo são possíveis se as coisas não forem conforme os planos. Nesse estágio, a demanda será avaliada de forma totalmente desagregada. Por exemplo, o hospital estará tratando de todos os tipos de procedimentos cirúrgicos como atividades individuais. De maneira mais importante, os pacientes estarão sendo identificados por nome e estarão sendo marcados tempos específicos para seus tratamentos. Ao fazer intervenções de curto prazo e mudanças no plano, os gerentes de produção estarão tentando equilibrar a qualidade, a rapidez, a confiabilidade, a flexibilidade e os custos das suas operações de forma *ad hoc*. É improvável que eles tenham tempo para fazer cálculos detalhados dos efeitos de suas decisões de planejamento e controle de curto prazo sobre todos esses objetivos, mas uma compreensão geral das prioridades formará o pano de fundo para sua tomada de decisões.

Natureza da demanda e do fornecimento

Se planejamento e controle é o processo de conciliar demanda e fornecimento, então a natureza das decisões tomadas para planejar e controlar uma operação produtiva dependerão tanto da natureza da demanda como da natureza do fornecimento nessa operação. Nesta próxima seção, examinaremos algumas diferenças em demanda

e fornecimento que podem afetar a forma pela qual gerentes de produção planejam e controlam suas atividades.

INCERTEZA EM FORNECIMENTO

Algumas operações são razoavelmente previsíveis e usualmente correm conforme o plano. Nessas situações, a necessidade de controle é mínima. Por exemplo, os serviços de TV a cabo proporcionam programas em um horário definido nas casas de seus assinantes, através de tecnologia confiável. É raro que o horário de um programa, ou plano, não seja cumprido. Inversamente, comemorações e paradas em pequenas cidades, raramente acontecem de acordo com o plano. As bandas demoram mais para chegar do que o esperado, alguns dos atos programados podem atrasar no trajeto, alguns convidados não chegam no dia marcado. O evento requer um bom mestre-de-cerimônias para manter o evento em andamento, mantendo a multidão entretida enquanto espera. O mestre-de-cerimônias e seus ajudantes exercem muito do controle de curto prazo, que é usado para minimizar a insatisfação do consumidor.

INCERTEZA DE DEMANDA

A demanda também pode ser incerta, mas não em todas as operações; em algumas a demanda é razoavelmente previsível. Em uma escola, por exemplo, uma vez que as aulas estão fixadas e o período, ou semestre, começou, um professor sabe quantos alunos tem em sua sala de aula. Quando planejando quantas apostilas são necessárias, a demanda é previsível. Qualquer ausente poderá receber sua apostila quando retornar, assim essa variável não afeta a demanda. Todavia, este é o médio e o curto prazos do planejamento e controle da operação global da escola. Antes do início do ano, o diretor pode não saber exatamente quantos novos alunos entrarão na escola e quantos dos alunos atuais sairão do bairro ou se transferirão para outro estabelecimento. Portanto, no longo prazo, o diretor tem que prever sua demanda para determinar os recursos como pessoal, livros e computadores com os quais compromisso deve ser assumido com antecedência.

Em outras operações, a demanda é imprevisível mesmo no curto prazo. Um quiosque de *fast-food* dentro de um *shopping center* não sabe quantas pessoas chegarão, quando chegarão e o que eles vão pedir. É possível prever certos padrões, como um aumento de demanda nos períodos da hora do almoço, mas uma tempestade repentina, que coloque os passantes para dentro do *shopping* pode aumentar significativamente a demanda de modo imprevisível mesmo a curto prazo.

Demanda dependente e independente

Algumas operações podem prever e fazer provisões antecipadas, porque têm pedidos futuros firmes de consumidores. Além desses pedidos, a operação pode ter uma idéia razoavelmente boa de o que outros consumidores vão pedir. Outras operações, todavia, podem somente fazer previsões, freqüentemente baseadas na história, e usá-las como seu melhor indicador do que os espera no futuro. Elas não têm nenhuma certeza na qual possam confiar. No primeiro caso, a operação é dita dirigida por *demand dependente* e no segundo caso é dirigida por *demand independente*. A diferença entre as duas é facilmente descrita por analogia de como dirigir um carro. Nós dirigi-

mos um carro de forma *dependente* conforme a estrada se mostra. Dirigir o carro *independente* seria necessário ter uma “previsão” da estrada (baseada parcialmente na visão do retrovisor). Se a estrada adiante (demanda futura) é muito semelhante à imediatamente passada (demanda anterior) pode ser possível dirigir por algum tempo sem bater. Também, se o motorista já andou pela estrada muitas vezes antes, e não há tráfego (concorrentes), as curvas da estrada podem ser previstas. Todavia, se o motorista está em uma estrada no campo, com muita sinuosidade e curvas (uma demanda futura incerta), a operação tem uma boa chance de “perder a direção”.

Demand dependente é, portanto, a demanda que é relativamente previsível devido a sua dependência em alguns fatores conhecidos. Por exemplo, o gerente encarregado de garantir que haja pneus suficientes em uma fábrica de automóveis não trata a demanda de pneus como variável totalmente ao acaso. Ele não será surpreendido pela quantidade exata de pneus que é exigida pela fábrica diariamente. O processo de previsão de demanda é relativamente direto. Consiste no exame dos cronogramas de manufatura da fábrica de carros e na derivação da demanda de pneus a partir disso. Se forem ser manufaturados 200 carros em um dia em particular, é simples calcular que serão demandados 1.000 pneus pela fábrica naquele dia (cada carro tem cinco pneus).

O *Planejamento e controle de demanda dependente* concentra-se nas consequências da demanda dentro da operação. O planejamento das necessidades materiais (MRP – material requirements planning), tratado no Capítulo 14, é uma abordagem desse tipo de demanda dependente.

Algumas operações não têm outra escolha que não tomar decisões sobre como suprirão a demanda sem ter qualquer previsão exata dos pedidos dos consumidores. Por exemplo, os consumidores não têm que informar um supermercado quando chegarão e o que vão comprar. O supermercado toma suas decisões de planejamento e controle baseado em sua experiência e conhecimento do mercado, independente do que pode realmente acontecer. Eles correm o risco de ficar sem estoque de itens quando a demanda não corresponder às suas expectativas. Por exemplo, a Pneus Ace, que opera um serviço de venda com serviço de troca de pneus, vai precisar gerenciar seu estoque de pneus. Nesse sentido, essa é exatamente a mesma tarefa do gerente de estoques de pneus na fábrica de carros. Todavia, a demanda é muito diferente para a Pneus Ace. Eles não podem prever nem o volume nem as necessidades específicas dos consumidores.

Demand dependente,
por exemplo, armazém de
pneus em fábrica de carros

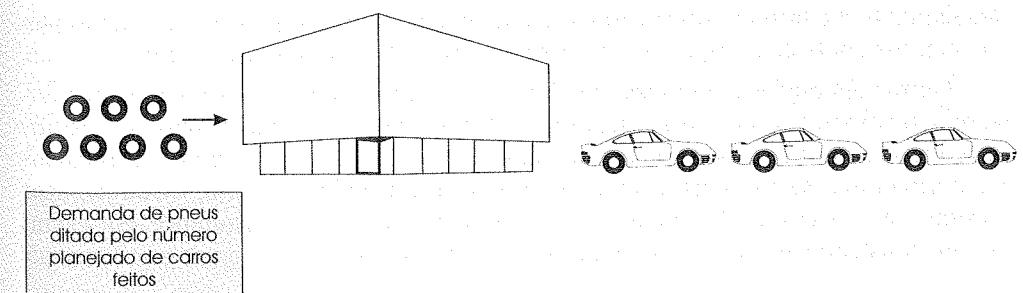


Figura 10.3 A demanda de pneus em fábrica de carros é dependente do programa de manufatura dos carros.

Demandas independentes, por exemplo, serviços de venda com serviço de troca de pneus

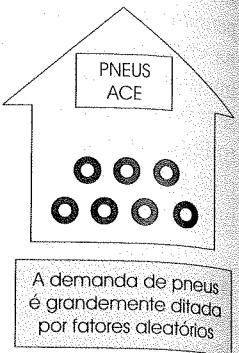
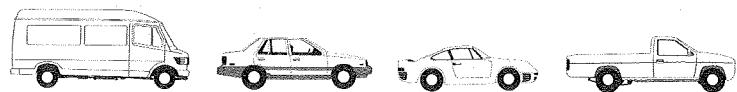


Figura 10.4 A demanda de pneus na Pneus Ace é independente de qualquer fator singular determinante.

res. Eles precisam tomar decisões de quantos pneus e de qual tipo estocar baseados em previsões de demanda, além de estarem dispostos a correr o risco de ficar sem estoque. Essa é a natureza do *planejamento e controle de demanda independente*. Ele faz a “melhor avaliação” da demanda futura, tenta prever os recursos que possam satisfazer essa demanda e tenta responder rapidamente se a demanda real não corresponder à previsão (veja Figura 10.4). O planejamento e controle de estoque, tratado no Capítulo 12, é típico planejamento e controle de demanda independente.

Resposta à demanda

Os conceitos de demanda dependente e independente estão proximamente relacionados a como a operação escolhe responder à demanda. Em condições de demanda dependente, uma operação somente vai começar o processo de produção de bens ou serviços quando for necessário. Cada pedido aciona as atividades de planejamento e controle para organizar sua produção. Por exemplo, um construtor especializado de casas pode somente começar o processo de planejamento e controle da construção de uma casa quando requisitado a fazê-lo pelo cliente. O construtor pode nem mesmo ter os recursos para começar a construção antes de receber o pedido. O material que será necessário para construir a casa será comprado somente quando os prazos de construção e a natureza da casa estejam definidos. O pessoal e o equipamento de construção podem também ser “adquiridos” somente quando a natureza da demanda é clara. O planejamento e controle necessário para esse tipo de operação pode ser chamado planejamento e controle do tipo *obter recursos contra pedido* (*resource-to-order*).²

Outras operações podem ser suficientemente confiantes na natureza da demanda, se não em seu volume e prazos, para manter “em estoque” a maior parte dos recursos requeridos para satisfazer seus consumidores. Certamente vai manter seus recursos transformadores, se não seus recursos a serem transformados. Todavia, vai ainda fazer o produto e o serviço real somente contra um pedido firme de consumidor. Por exemplo, um construtor de casas que tenha padronizado projetos pode optar por construir

236 2. Para uma interessante discussão de como essas categorias de planejamento e controle podem ser modeladas, veja WILD, R. *Production and operations management*. Cassel, 1988.

cada casa somente quando um consumidor tenha colocado um pedido firme. Devido ao fato de o projeto da casa ser relativamente padronizado, os fornecedores de materiais terão sido identificados, mesmo que a operação de construção não mantenha os itens em si em estoque. Neste caso a operação precisaria de um planejamento e controle do tipo *fazer-contra-pedido* (*make-to-order*).

Algumas operações produzem bens ou serviços para estoque com antecedência em relação a qualquer pedido firme. Por exemplo, alguns construtores vão construir casas ou apartamentos padrão pré-projetados antes de qualquer demanda firme. Isto será feito ou porque é mais barato fazer assim, ou porque é difícil criar os bens ou serviços individualmente (é difícil fazer cada apartamento apenas quando um consumidor opte por comprá-lo). Se a demanda é alta, os consumidores podem colocar pedidos para casas antes de elas terem sido começadas ou durante a construção. Nesse caso, os consumidores formarão uma “fila” de demanda e deverão esperar. O construtor também está, todavia, assumindo o risco de ficar com um estoque de casas não vendidas, se os consumidores não aparecerem antes de elas estarem terminadas. De fato, é difícil para pequenos construtores operar dessa forma, mas não tanto para (digamos) um manufaturador de refrigerantes engarrafados ou outro produtor de produtos de consumo em massa. Operações desse tipo requererão um planejamento e controle do tipo *fazer-para-estoque*.

A Figura 10.5 ilustra algumas das diferenças entre operações, desde as do tipo obter recursos contra pedido em um extremo até as do tipo fazer para estoque no outro. A primeira baseia seu planejamento e controle na demanda dependente, enquanto que as últimas são dirigidas por demanda independente. A natureza das atividades também é diferente. No planejamento e controle do tipo obter recursos-contra-pedido, o tamanho de cada produto ou serviço relativamente à capacidade total da operação é usualmente muito grande. O construtor, por exemplo, pode somente ser capaz de organizar um trabalho de cada vez e o organizador de congressos de organizar um congresso de cada vez. Em cada caso o produto está ocupando todos os recursos da operação. Um casa para um grande construtor de casas, ou uma garrafa de refrigerante para um grande engarrafador de bebidas significa somente uma pequena parte da capacidade produtiva. De maneira similar, uma pessoa que freqüente um grande centro de congressos representa provavelmente uma pequena parte da capacidade total do centro.

Razão $P:D^3$

Outra forma de caracterizar a escala gradual entre o planejamento e controle do tipo obter recursos-contra-pedido e o planejamento e controle do tipo fazer-para-estoque é através da comparação do tempo total de espera dos consumidores, desde pedir o produto ou serviço e o receber, tempo de demanda D e o tempo total do processo P . O tempo total P é o tempo que a operação leva para obter os recursos, produzir e entregar o produto ou serviço.

3. O conceito da razão $P:D$ vem originalmente de SHINGO, S. *Study of Toyota production systems*. Japan Management Association, 1981, e foi ampliado por MATHER, H. *Competitive manufacturing*, Prentice-Hall, 1988.

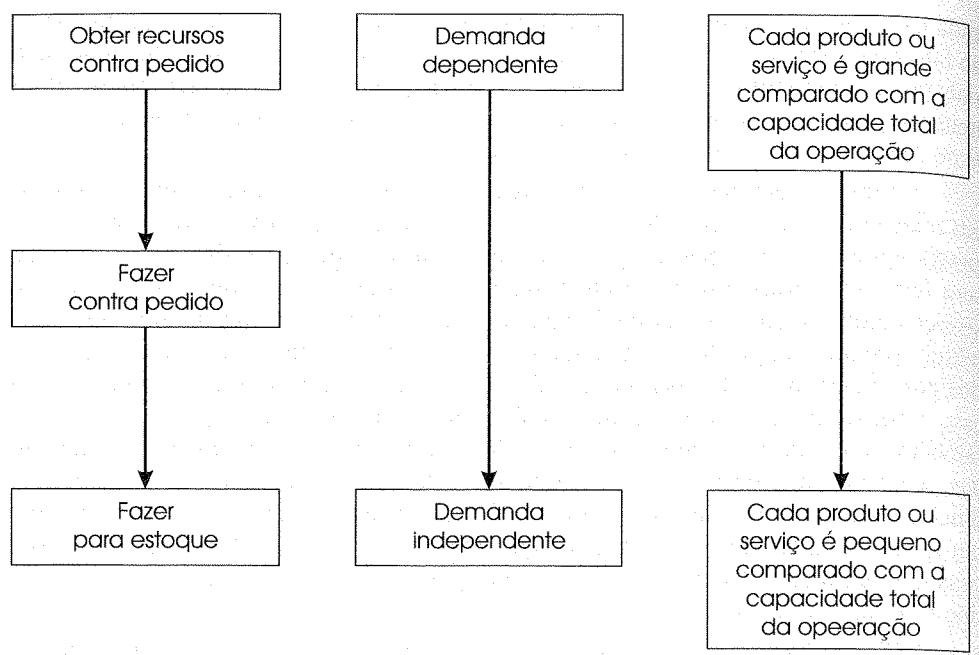


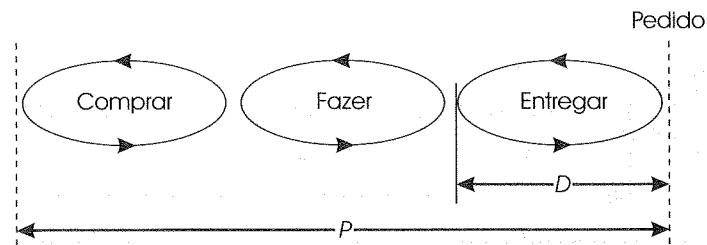
Figura 10.5 Implicações da adoção do planejamento e controle do tipo obter recursos-contra-pedido, fazer-contra-pedido e fazer-para-estoque.

TEMPOS P E D DEPENDEM DA OPERAÇÃO

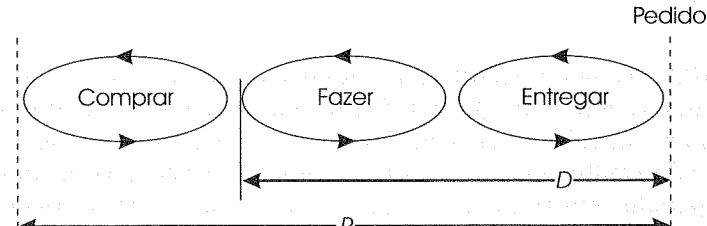
Em uma operação típica do tipo fazer-para-estoque, tal como aquelas que fazem produtos de consumo duráveis, o tempo de demanda D é a soma dos tempos de transmissão do pedido ao armazém da empresa, ou ao ponto de estoque, pegar e embalar o pedido e transportar fisicamente o pedido ao consumidor – o ciclo de “entregar”. Por trás desse ciclo visível de pedido, todavia, há outros ciclos. A redução de estoque de bens acabados acabará por acionar a decisão de manufaturar um lote de reabastecimento. Este ciclo – o ciclo de “fazer” – envolve programar o trabalho nos vários estágios do processo de manufatura. Fisicamente, isso envolve retirar materiais e peças dos estoques de entrada e processá-los ao longo dos vários estágios do roteiro de produção. Por trás do ciclo de “fazer”, há o ciclo de “comprar” – o tempo para reabastecimento dos estoques de entrada – envolvendo transmissão do pedido para os fornecedores e espera da entrega.

Assim, para esse tipo de manufatura, o tempo de “demanda” D que o consumidor vê é muito pequeno comparado com o ciclo total P . Comparemos isso com uma operação do tipo obter recursos-contra-pedido. Aqui, D é o mesmo que P . Ambos incluem os ciclos de “comprar”, “fazer” e “entregar”. A operação do tipo fazer-contra-pedido fica no meio (veja Figura 10.6).

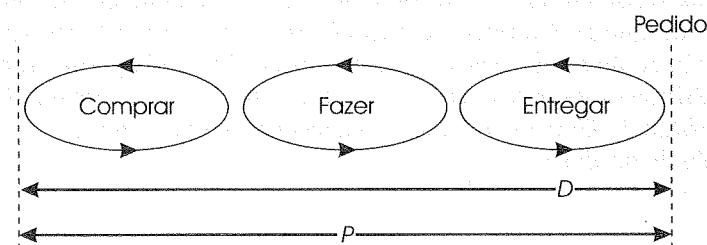
Algumas operações são híbridas. Tomemos, por exemplo, um empresa de manufatura de acoplamentos industriais cuja faixa de produtos é muito mais ampla do que a faixa de componentes, porque ela pode configurar componentes de muitas maneiras diferentes. Devido a sua ampla faixa de produtos acabados, a empresa não os mantém em estoque. Em vez disso ela faz a maioria dos seus componentes para “estoque” e então monta os seus produtos (um processo relativamente curto) “contra pedido”. Isto



(a) P e D no planejamento e controle do tipo fazer-para-estoque



(b) P e D no planejamento e controle do tipo fazer-contra-pedido



(c) P e D no planejamento e controle do tipo obter recursos-contra-pedido

Figura 10.6 P e D para os diferentes tipos de planejamento e controle.

é mostrado na Figura 10.8. Nem todos os produtos da empresa são feitos dessa forma, contudo. Alguns têm demanda tão pouca frequente que ela os faz inteiramente contra pedido, como “especiais”. A maioria das operações opera com razões $P:D$ diferentes para diferentes classes de produtos ou serviços.

RAZÕES P:D INDICAM O GRAU DE “ESPECULAÇÃO”

Na empresa descrita acima, a redução do tempo total P terá efeitos variáveis sobre o tempo que o consumidor tem que esperar para o atendimento da demanda. Para muitos de seus produtos “especiais”, P e D são virtualmente a mesma coisa – o consumidor espera o material ser encomendado, passar ao longo de todos os estágios no processo de produção e entrega. Acelerar qualquer parte de P vai reduzir o tempo de espera do consumidor, D . Por outro lado, os consumidores, comprando produtos padronizados “montados-contra-pedido” somente veriam o tempo D reduzido, se as partes de “montagem” e “entrega” de P fossem reduzidas e economias de tempo fossem repassadas ao consumidor.

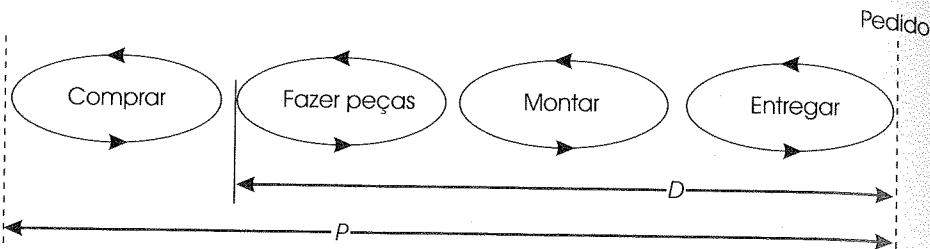


Figura 10.7 P e D no planejamento e controle do tipo fazer-para-estoque, montar-contra-pedido.

Na Figura 10.6, D é sempre mostrado como sendo menor do que P , que é o caso para a maior parte das empresas. Quando D é menor do que P é importante porque indica a proporção das atividades da operação que são “especulativas”, isto é, executadas na expectativa de eventualmente receber um pedido firme para o trabalho. Quanto maior for P comparado com D , maior é a proporção de atividades especulativas na operação e portanto maior é o risco corrido pela operação. O elemento “especulativo” na operação não está ali somente porque P é maior do que D , está ali porque P é maior do que D e a demanda não pode ser prevista perfeitamente. Com previsões exatas ou próximas de exatas, o risco seria não existente ou muito baixo, independentemente de quanto P é maior do que D . Expresso de outra forma: quando P e D são iguais, não importa quão inexatas são as previsões, a especulação é eliminada porque tudo é feito contra um pedido firme (apesar de más previsões levarem a outros problemas). A redução da razão $P:D$ torna-se, com efeito, uma forma de eliminar parte dos riscos do planejamento e controle da produção.

Tarefa de planejamento e controle

O planejamento e controle requer a conciliação do fornecimento e da demanda em termos de *volume*, em termos de *tempo*, e em termos de *qualidade*. Neste capítulo, vamos nos concentrar no volume e no tempo porque a maioria desta parte do livro está preocupada com essas questões. O Capítulo 17 vai lidar com o planejamento e controle da qualidade. Para conciliar o volume e o tempo, são desempenhadas três atividades distintas, embora integradas:

- *carregamento* – determinação do volume com o qual uma operação produtiva pode lidar;
- *seqüência* – determinação da prioridade de tarefas a serem desempenhadas;
- *programação* – decisão do tempo (momento) de início e fim para cada tarefa.

Carregamento

O carregamento é a quantidade de trabalho alocado para um centro de trabalho. Por exemplo, uma máquina numa fábrica está disponível, em teoria, 168 horas por semana. Contudo, isso não significa necessariamente que 168 horas de trabalho podem ser alocadas para aquela máquina. A Figura 10.8 mostra o que reduz esse tempo de

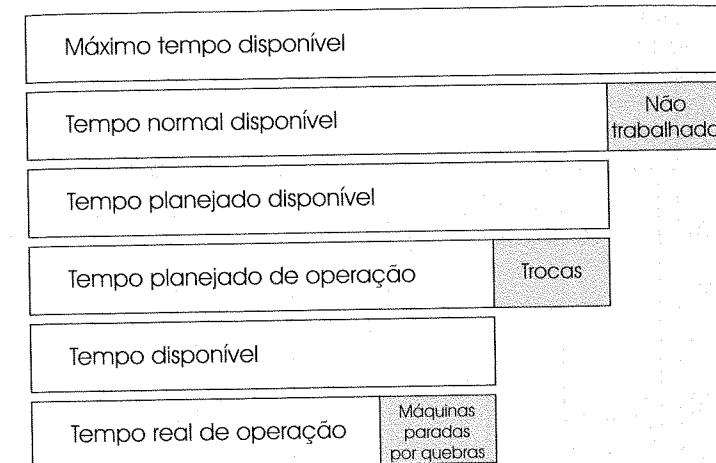


Figura 10.8 Redução do tempo disponível para carga de trabalho em uma máquina.

disponibilidade. Por alguns períodos a máquina não pode trabalhar, por exemplo, nos feriados e fins de semana. Portanto, a carga sobre a máquina deve levar isso em conta. Do tempo em que a máquina está disponível para trabalho, outras tarefas que não as de produção precisam ser desempenhadas, que reduzem mais o tempo de disponibilidade. Por exemplo, tempo perdido na troca, entre fazer um componente e outro diferente. Além disso, a máquina pode precisar de limpeza entre as operações. Essas perdas de tempo também devem ser levadas em consideração quando é formado um plano de quanta carga seráposta sobre a máquina. Se a máquina quebrar, não estará disponível. Se houver dados disponíveis de confiabilidade da máquina, eles também devem ser levados em consideração.

Há duas abordagens principais para carregamento de máquinas – *carregamento finito* e *infinito*.

CARREGAMENTO FINITO

O carregamento finito é uma abordagem que somente aloca trabalho a um centro de trabalho (uma pessoa, uma máquina, ou talvez um grupo de pessoas ou de máquinas) até um limite estabelecido. Este limite é a capacidade de trabalho estimada do centro (baseada nos tempos disponíveis para carga). O trabalho acima dessa capacidade não é aceito. A Figura 10.9 mostra que o carregamento no centro de trabalho não é permitido quando excede o limite de capacidade.

CARREGAMENTO INFINITO

O carregamento infinito é uma abordagem de carregamento que não limita a aceitação do trabalho, mas, em vez disso, tenta corresponder a ele. A Figura 10.10 ilustra um padrão de carregamento em que as limitações de capacidade não foram usadas para limitar o carregamento.

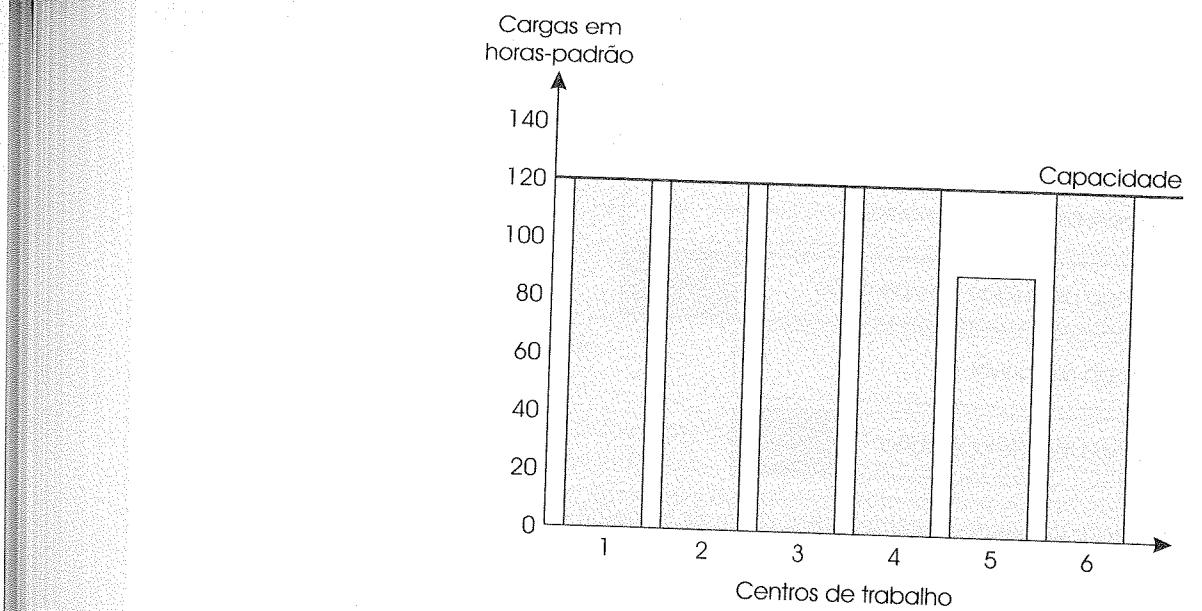


Figura 10.9 Carregamento finito.

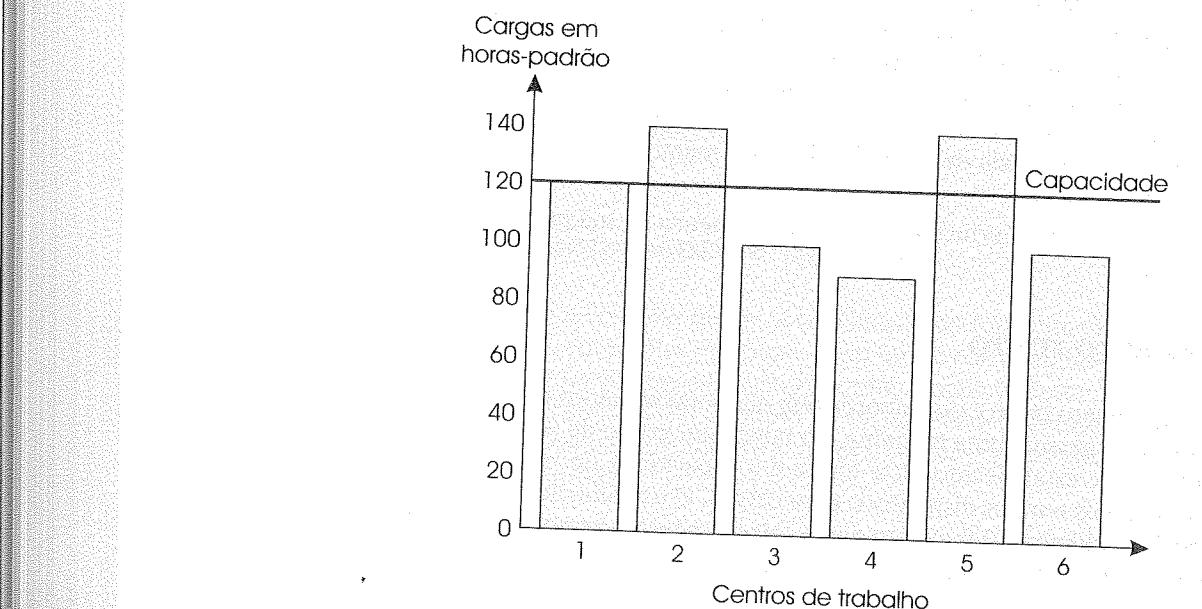


Figura 10.10 Carregamento infinito.

Em atividades de planejamento e controle complexas, em que há múltiplas etapas, cada uma com diferentes capacidades, e com um mix variável de trabalhos chegando às instalações, como a usinagem em uma empresa de manufatura, as restrições impostas pelo carregamento finito tornam os cálculos de carregamento complexos e, em geral, não tem sido considerado compensador o enorme esforço e capacidade computacional requeridos.

Seqüenciamento

Seja a abordagem do carregamento finita ou infinita, quando o trabalho chega, decisões devem ser tomadas sobre a *ordem* em que as tarefas serão executadas. Essa atividade é denominada *seqüenciamento*.

As prioridades dadas ao trabalho em uma operação são, freqüentemente, estabelecidas por um conjunto predefinido de regras. Algumas dessas regras são resumidas abaixo.

PRIORIDADE AO CONSUMIDOR

As operações, algumas vezes, permitem que um consumidor importante, ou temporariamente ofendido, ou um item, sejam “processados” antes de outros, independentemente da ordem de chegada do consumidor ou do item.

DATA PROMETIDA

Priorizar pela data prometida significa que o trabalho é seqüenciado de acordo com a data prometida de entrega. Por exemplo, um serviço de suporte em um edifício comercial, como uma unidade reprográfica, vai freqüentemente perguntar quando as cópias são requeridas e, então, seqüenciar o trabalho de acordo com essa data.

LIFO

Last In First Out (LIFO) (Último a Entrar, Primeiro a Sair) é um método de seqüenciamento usualmente escolhido por razões práticas. Por exemplo, a descarga de um elevador é mais conveniente na forma LIFO, já que há somente uma entrada e saída. Não é, todavia, uma abordagem equitativa. Pacientes em clínicas podem enfurecer-se se virem os registros médicos colocados em uma pilha na seqüência de chegada dos pacientes e o médico pegar os registros do topo da pilha em primeiro lugar, portanto, atendendo aos pacientes na ordem inversa de chegada. O LIFO tem um efeito muito adverso na rapidez e confiabilidade de entrega. A seqüência não é determinada por razões de qualidade, flexibilidade ou custo, assim, nenhum desses objetivos de desempenho é bem servido por esse método.

FIFO

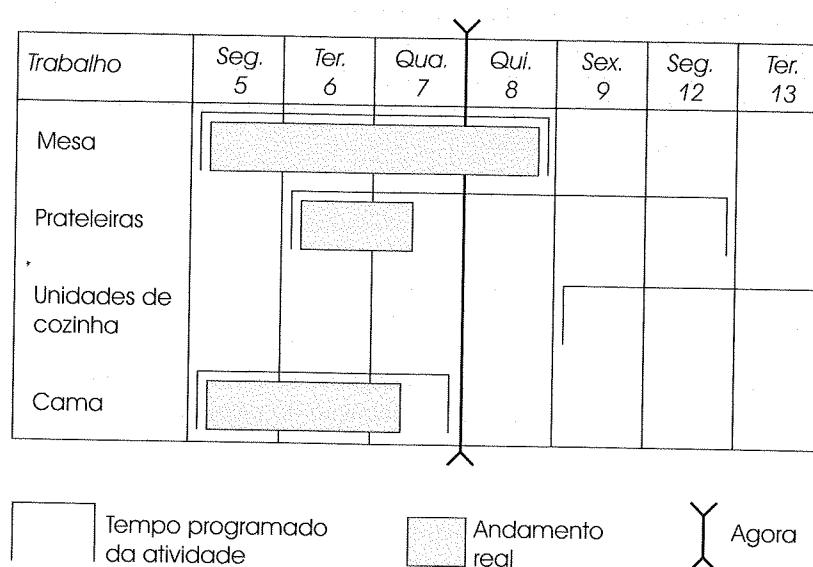
Algumas operações servem aos consumidores na exata seqüência das suas chegadas, na forma *First-In-First-Out* (FIFO) (Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair). Por exemplo, os escritórios de emissão de passaportes do Reino Unido recebem os formulários e colocam em uma pilha conforme o dia de chegada. Eles trabalham nos formulários abrindo-os em seqüência e processando a solicitação do passaporte na ordem em que vieram.

Programação

Tendo determinado a seqüência em que o trabalho será desenvolvido, algumas operações requerem um cronograma detalhado, mostrando em que momento os trabalhos devem começar e quando eles deveriam terminar. Isso é um programa. Programas são declarações de volume e horários (ou datas) familiares em muitos ambientes. Por exemplo, um horário (ou programa) de ônibus mostra que mais ônibus (volume) são colocados nas rotas em intervalos mais freqüentes durante as horas de pico. O horário dos ônibus mostra também o momento (tempo) em que cada ônibus deve chegar em cada estágio da rota.

GRÁFICO DE GANTT

O método de programação mais comumente usado é o do gráfico de Gantt. Um gráfico de Gantt é uma ferramenta simples (inventada por H. L. Gantt em 1917) que representa o tempo como uma barra num gráfico. Freqüentemente, os gráficos são feitos de canaletas de plástico longas, dentro das quais podem ser colocados pedaços de papel para indicar o que está acontecendo com o trabalho ou com o centro de trabalho. Os momentos de início e fim de atividades podem ser indicados no gráfico e algumas vezes o progresso real do trabalho também é indicado no mesmo gráfico. As Figuras 10.11 e 10.12 ilustram dois gráficos de Gantt de uma pequena manufatura especializada em móveis. A Figura 10.11 é um gráfico de Gantt de *andamento de trabalho*. Ele indica quando cada trabalho está programado para começar e terminar, assim como seu grau de acabamento. Também é indicado no gráfico o momento atual. Nesse caso, a mesa já foi completada, apesar de não ter sido programado seu completamento até o final do dia seguinte. Por outro lado, tanto as prateleiras como a cama estão atrasadas. A fábrica de unidades de cozinha não está programada para começar por mais um dia. A Figura 10.12 ilustra um outro gráfico de Gantt que pode ser usado por essa empresa. Dessa vez ele indica as atividades que estão acontecendo em cada centro



244 Figura 10.11 Gráfico de Gantt para andamento de trabalho.

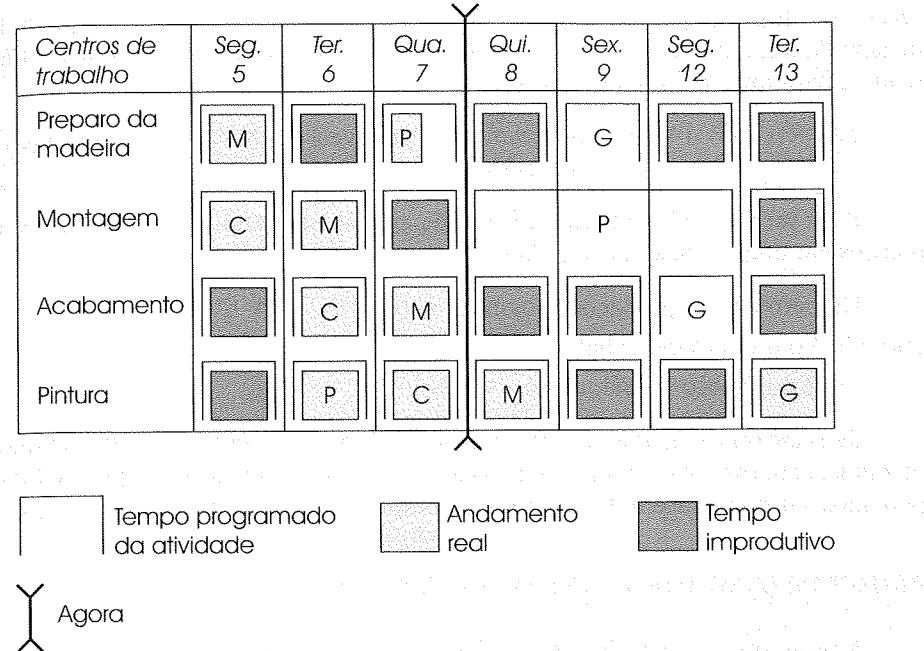


Figura 10.12 Gráfico de Gantt para centros de trabalho.

de trabalho. Aqui, podemos ver que as prateleiras parecem ter sido retidas no centro de trabalho do preparo da madeira, enquanto a cama ainda tem que completar as suas operações programadas de pintura.

As vantagens dos gráficos de Gantt são que eles proporcionam uma representação visual simples de o que deveria estar realmente acontecendo na operação.

COMPLEXIDADE DA ATIVIDADE DE PROGRAMAÇÃO⁴

A atividade de programação é uma das mais complexas tarefas no gerenciamento de produção. Primeiro, os programadores têm que lidar com diversos tipos diferentes de recursos simultaneamente. As máquinas terão diferentes capacidades e capacitação; o pessoal terá diferentes habilidades. De maneira mais importante, o número de programações possíveis cresce rapidamente à medida que o número de atividades e processos aumenta. Por exemplo, suponhamos que uma máquina tem cinco diferentes trabalhos a processar. Qualquer dos cinco trabalhos pode ser processado em primeiro lugar e pode ser seguido por qualquer dos quatro trabalhos remanescentes, e assim por diante. Isso significa que há

$$5 \times 4 \times 3 \times 2 = 120 \text{ programações diferentes possíveis.}$$

Ou, mais genericamente, para n trabalhos há $n!$ (n factorial) maneiras diferentes de programação dos trabalhos em um processo simples.

Podemos agora considerar que impacto teria se, na mesma situação, houvesse mais de um tipo de máquina. Se estivéssemos tentando minimizar o número de prepa-

4. Agradecemos a Paul Walley da Universidade de Loughborough por esta seção.

rações de duas máquinas, não haveria razão para a seqüência da Máquina 1 ser a mesma da Máquina 2. Se considerarmos as duas tarefas de seqüenciamento independentes, para duas máquinas haveria:

$$120 \times 120 = 14.400 \text{ programações possíveis de duas máquinas e cinco trabalhos.}$$

Pode ser montada uma fórmula geral para calcular o número de possíveis programações em uma dada situação. Ela é:

Número de programações possíveis = $(n!)^m$
onde: n é o número de trabalhos
 m é o número de máquinas

Se relacionarmos isso a uma situação real, onde pode haver 100 trabalhos e 30 máquinas, em roteiros em que cada trabalho individual usa cinco máquinas diferentes, podemos ver que a tarefa de programação rapidamente torna-se muito complicada.

PROGRAMAÇÃO PARA FRENTE E PARA TRÁS

A programação para frente envolve iniciar o trabalho logo que ele chega. A programação para trás envolve iniciar o trabalho no último momento possível sem que ele tenha atraso. Por exemplo, presumamos que leve seis horas para uma lavanderia lavar, secar e passar um lote de macacões. Se o trabalho é coletado às 8:00 da manhã e deve ser retirado até as 4:00 da tarde, há mais de seis horas disponíveis para fazer o trabalho. A Tabela 10.1 mostra os diferentes momentos de começar cada trabalho, dependendo de a programação ser para frente ou para trás.

Tabela 10.1 Efeitos das programações para frente e para trás.

Tarefa	Duração	Momento de início (para trás)	Momento de início (para frente)
Passar	1 hora	15:00 h	13:00 h
Secar	2 horas	13:00 h	11:00 h
Lavar	3 horas	10:00 h	8:00 h

A escolha entre programação para frente ou para trás depende das circunstâncias. A Tabela 10.2 lista algumas vantagens e desvantagens das duas abordagens. Em teoria, tanto o planejamento de necessidade de materiais (*material requirements planning*) (MRP) (veja Capítulo 14) como o *just in time* (JIT) (veja Capítulo 15) usam programação para trás, somente começando trabalhos quando necessário. Na prática, todavia, os usuários do planejamento de necessidades de materiais tendem a alocar tempo demais para cada tarefa ser completada, por essa razão cada tarefa não é iniciada no último momento possível. Em comparação, o *just in time* é começado, como o nome sugere, em cima da hora.

Tabela 10.2 Vantagens das programações para frente e para trás.

Vantagens da programação para frente	Vantagens da programação para trás
Alta utilização do pessoal – os trabalhadores sempre começam a trabalhar para manter-se ocupados	Custos mais baixos com materiais – os materiais não são usados até que eles tenham que ser, retardando assim o agregar valor até o último momento
Flexível – as folgas de tempo no sistema permitem que trabalho inesperado seja programado	Menos exposto a risco no caso de mudança de programação pelo consumidor
	Tende a focar a operação nas datas prometidas ao consumidor

Programação empurrada e puxada

Em um sistema de planejamento e controle *empurrado*, as atividades são programadas por meio de um sistema central e completadas em linha com as instruções centrais, como em um sistema MRP. Cada centro de trabalho empurra o trabalho, sem levar em consideração se o centro de trabalho seguinte pode utilizá-lo. Os centros de trabalho são coordenados por meio de um sistema central de planejamento de controle de operações. Na prática, todavia, há muitas razões pelas quais as condições reais diferem das planejadas. Como consequência, tempo ocioso, estoque e filas freqüentemente caracterizam sistemas empurrados.

Em um sistema de planejamento e controle *puxado*, o passo e as especificações de o que é feito são estabelecidos pela estação de trabalho do “consumidor”, que “puxa” o trabalho da estação de trabalho antecedente (fornecedor). O consumidor atua como o único “gatilho” do movimento. Se uma “requisição” não é passada para trás pelo consumidor para o fornecedor, o fornecedor não é autorizado a produzir nada ou mover qualquer material. Uma requisição de um consumidor não só aciona a produção no estágio de fornecimento, ele também prepara o estágio fornecedor, para requisitar uma outra entrega de seus próprios fornecedores. Dessa forma, a demanda é transmitida para trás ao longo das etapas, a partir do ponto de demanda original pelo consumidor original.

CONSEQUÊNCIAS SOBRE O ESTOQUE DAS PROGRAMAÇÕES EMPURRADA E PUXADA

Compreender os diferentes princípios das programações empurrada e puxada é importante porque eles têm diferentes efeitos em termos das propensões das duas a acumular estoque na operação. Os sistemas puxados são muito menos prováveis de resultar em criação de estoque e são, portanto, favorecidos pelas operações JIT (veja Capítulo 15). Para entender por que isso é assim, consideremos duas analogias. A analogia de “gravidade” é ilustrada na Figura 10.13. Aqui um sistema puxado é representado por uma operação, cada etapa da qual está em um nível mais baixo do que o anterior. Quando as peças são processadas em cada etapa, esta as empurra rampa abaixo para o próximo estágio. Qualquer atraso ou problema nesta etapa resultará nas

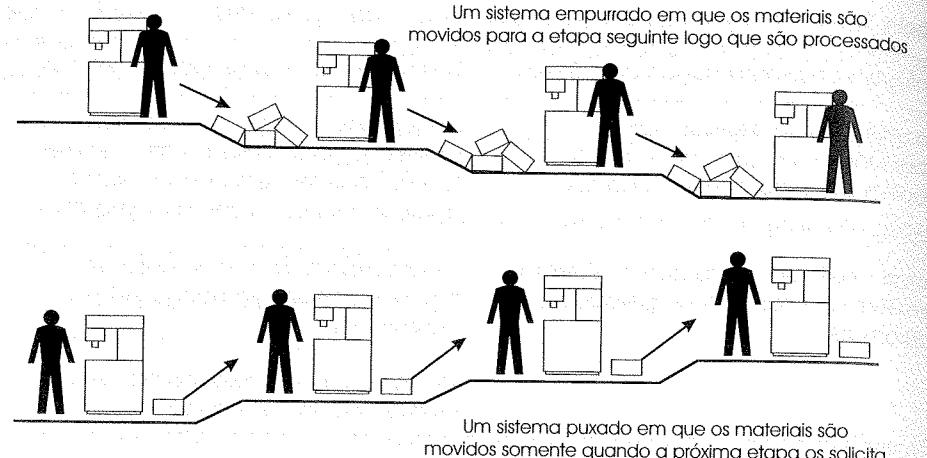


Figura 10.13 Empurrada versus puxada: a analogia da gravidade.

peças acumulando-se na forma de estoque. No sistema puxado, as partes não podem naturalmente fluir para cima, de modo que somente podem progredir se o estágio seguinte deliberadamente as puxar. Sob essas circunstâncias, o estoque não acumula tão facilmente.

O SISTEMA DE TRIAGEM DO HOSPITAL⁵

Um dos ambientes mais difíceis de programar em um hospital é o Departamento de Emergência e Acidentes, onde os pacientes chegam aleatoriamente, sem prévio aviso, ao longo do dia. Fica a cargo da recepção do hospital e do pessoal médico, idealizar muito rapidamente uma programação que vá ao encontro dos critérios necessários. Em particular, os pacientes que chegam tendo sofrido acidentes muito sérios, ou nos quais se presentem sintomas de uma doença séria, precisam ser atendidos urgentemente. Dessa forma, o hospital vai programar esses casos primeiro. Casos menos urgentes – talvez nos quais os pacientes estão com certo desconforto, mas cujos machucados ou doenças não apresentam ameaça à vida – terão que esperar até que os casos urgentes sejam tratados. Casos não urgentes de rotina terão a prioridade mais baixa de todos. Em muitas circunstâncias, esses pacientes terão que esperar por tempo maior, que pode chegar a horas, especialmente se o hospital é movimentado. Algumas vezes esses casos não urgentes podem mesmo ser recusados, se o hospital está demasiadamente ocupado com casos mais importantes.

Em situações nas quais hospitais esperam afluxos súbitos de pacientes, eles desenvolveram o que é conhecido como *sistema de triagem*, em que o pessoal médico rapidamente classifica os pacientes que chegaram, para determinar a categoria de urgência na qual se encaixam. Dessa forma, uma programação adequada para os vários tratamentos pode ser idealizada em um curto período de tempo.

248 5. Fonte: WALLEY, P., SLACK, N. Notas do Curso MBA, Warwick University, UK, 1994.

Efeito volume-variedade no planejamento e controle

No Capítulo 4, identificamos que muitas das decisões detalhadas de projeto no gerenciamento de produção eram afetadas significativamente pela posição variedade-volume de uma operação produtiva. Isso também é verdade para as atividades de planejamento e controle. Operações que produzem alta variedade de produtos ou serviços, em volume relativamente baixo, vão claramente ter consumidores que requerem um conjunto diferente de fatores e usar processos que têm um conjunto diferente de necessidades daquelas operações que criam produtos ou serviços padronizados em grande volume (veja Tabela 10.3).

Tabela 10.3 Efeitos do volume-variedade no planejamento e controle.

Volume	Variedade	Resposta ao consumidor	Horizonte do planejamento	Grandes decisões de planejamento	Decisões de controle	Robustez
Baixo	Alta	Lenta	Curto	Tempo	Detalhadas	Alta
Alto	Baixa	Rápida	Longo	Volume	Agregadas	Baixa

SISTEMA WIZARD NA AVIS

É possível alugar carros em quase todos os principais aeroportos e cidades no mundo, e há invariavelmente intensa concorrência para atrair e manter consumidores. Já que as empresas oferecem gamas semelhantes de veículos relativamente novos, e a confiabilidade desses carros é assumida e garantida pela maioria dos consumidores, a concorrência é geralmente baseada em serviço e/ou preço. O fator de serviço mais crítico é a disponibilidade da categoria desejada (tamanho e especificação) de carro e a rapidez com que a papelada é concluída, de modo que o consumidor não seja desnecessariamente retido. Isso depende da eficácia do sistema de planejamento e controle da companhia. Uma das mais importantes instalações da Avis na Bélgica é a que opera no Aeroporto Nacional de Bruxelas, em Aventem, que lida predominantemente com pessoas jurídicas e aluga até 200 carros em um dia movimentado. As propagandas da Avis, que tem por alvo o mercado de pessoas jurídicas, enfatiza sua habilidade de processar os clientes rápida e eficientemente. O objetivo é completar a transação em menos de dois minutos, e isso é facilitado pelo bem desenvolvido sistema de computação da Avis, conhecido como WIZARD, que manuseia todos os sistemas de reservas, de preparação dos contratos de locação no balcão de atendimento, de gerencia-

mento do estoque e de emissão de faturas. O WIZARD é um sistema globalmente integrado, com mais de 15.000 terminais nas filiais da Avis ao redor do mundo, permitindo reservas internacionais feitas com precisão e certeza e ajudando a maximizar a utilização dos veículos ao longo de sua rede.

Pesquisas regulares de consumidores e análises de padrões de demanda são levadas a efeito para determinar as preferências dos consumidores em termos de tipo e categoria dos veículos, proporcionando um guia para a composição da frota belga, que é gerida da central em Machelen. Devido ao fato de cada filial belga ter acesso a um conjunto de carros mantidos em Machelen, suas necessidades locais de estoque (de carros) podem ser minimizadas. As necessidades de movimentos de estoque de carros entre as filiais e entre os países é centralizada; dessa forma, permitindo que as filiais se concentrem na tarefa de proporcionar bons serviços ao consumidor. Cada consumidor pessoa jurídica tem um único número de referência no WIZARD, permitindo que sejam feitas reservas e contratos de locação rapidamente, com apenas três dados de informação: o número do consumidor, o tipo do carro requerido e a duração da locação. Esse tipo de transação é usualmente completado em menos de dois minutos, após o que o consumidor vai diretamente para o estacionamento e pega o carro.

Resumo

- O propósito do planejamento e controle é garantir que a operação corra eficazmente e produza produtos e serviços como deve produzir.
- Uma forma de caracterizar todas as decisões de planejamento e controle é como fazer uma conciliação do potencial da operação de fornecer produtos e serviços com a demanda de seus consumidores.
- Todas as situações de planejamento de controle acontecem sob limitações de recursos. Essas limitações de recursos são, usualmente:
 - limitações de custos;
 - limitações de capacidade;
 - limitações de tempo;
 - limitações de qualidade.
- Apesar de planejamento e controle serem teoricamente separáveis, eles são usualmente tratados juntos. Planejamento é o ato de estabelecer as expectativas de o que deveria acontecer. Controle é o processo de lidar com mudanças quando elas ocorrem.
- O equilíbrio entre planejamento e controle muda ao longo do tempo. Em planejamento e controle de longo prazo, a ênfase está no planejamento agregado e no encaixe das atividades no orçamento. No outro extremo, o planejamento e controle de curto prazo usualmente opera dentro das limitações de recursos da operações, mas faz intervenções na operação para corresponder às mudanças em circunstâncias de curto prazo.
- Incertezas, tanto de fornecimento como de demanda, afetarão a complexidade das tarefas de planejamento e controle.

- A demanda pode ser tratada tanto como dependente quanto como independente. A demanda dependente é relativamente previsível porque é dependente de fatores conhecidos. A demanda independente é menos previsível porque depende das casualidades do mercado.
- As operações podem responder à demanda através de:
 - obtenção de recursos contra pedido;
 - fazer contra pedido; ou
 - fazer para estoque.
- Essas diferentes formas de responder à demanda podem ser caracterizadas pelas diferenças nas razões $P:D$ da operação. A razão $P:D$ é a razão do tempo total de processo para o tempo de demanda, visto pelo cliente.
- No planejamento e controle do volume e do tempo de atividades em operações são necessárias três atividades distintas:
 - carregamento;
 - seqüenciamento;
 - programação.
- O carregamento dita a quantidade de trabalho que é alocada a cada parte da operação. Isso pode ser feito de forma finita ou infinita.
- O seqüenciamento decide a ordem em que o trabalho será executado na operação. Há muitas regras de decisão diferentes quanto a prioridades, que podem ajudar as operações a tomar essas decisões.
- A programação determina quando as atividades serão iniciadas e terminadas.
- A programação pode ser feita tanto para trás como para frente.
- A programação também pode ser classificada como programação empurrada e puxada. A programação empurrada é um sistema centralizado em que as decisões de planejamento e controle são emitidas para centros de trabalho que devem desempenhar suas tarefas e mandar suas peças para a estação de trabalho seguinte. A programação puxada é um sistema no qual a demanda é acionada a partir de requisições de centros de trabalho consumidores (internos).
- A posição de volume e variedade de uma operação tem um efeito sobre a natureza de seu planejamento e controle. A prontidão de resposta ao consumidor, o horizonte de planejamento, as principais decisões de planejamento e a robustez do planejamento e controle são especialmente afetados pelo volume e pela variedade.

Questões para discussão

1. Identifique as formas pelas quais a atividade de planejamento e controle poderia conciliar fornecimento e demanda nas seguintes operações:
 - um serviço de ambulância
 - um centro médico
 - uma pizzaria
 - um serviço nacional de trens
 - uma clínica psicoterápica
 - um alfaiate

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CAPACIDADE

INTRODUÇÃO

Prover a capacitação de satisfazer a demanda atual e futura é uma responsabilidade fundamental da administração de produção. Um equilíbrio adequado entre capacidade e demanda pode gerar altos lucros e clientes satisfeitos, enquanto o equilíbrio “errado” pode ser potencialmente desastroso. Embora planejar e controlar a capacidade seja uma das principais responsabilidades dos gerentes de produção, também deveria envolver outros gerentes funcionais. Há razões para isso. A primeira é que as decisões de capacidade têm um impacto em toda a empresa. A segunda é que todas as outras funções fornecem entradas (*inputs*) vitais para o processo de planejamento. A terceira é que cada função do negócio normalmente deverá planejar e controlar a capacidade de suas próprias “micro-operações” para atender à função produção principal.

O que chamamos aqui de *planejamento e controle de capacidade* às vezes também chamado de *planejamento e controle agregados*. A razão disto é que no “mais alto nível” do processo de planejamento e controle, os cálculos de demanda e capacidade normalmente são realizados de for-

2. Qual é a diferença entre demanda dependente e independente?
3. Em que extensão a demanda é dependente ou independente nos seguintes tipos de operações?
 - um fabricante de submarinos nucleares
 - uma companhia especializada em alimentação industrial (*catering*)
 - um restaurante *fast-food*
 - uma manufatura especializada em embalagem que fornece para uma manufatura de computadores
 - uma produtora de televisão
4. Como a programação afeta os cinco objetivos de desempenho da administração da produção?
5. Se você fosse um tutor em uma universidade, que regra de seqüenciamento você usaria para determinar a ordem em que você atende alunos? Quais são as vantagens e as desvantagens de cada regra de seqüenciamento nesta situação em particular?
6. Visite um centro local de serviços automotivos que faça assistência técnica e conserto de carros e descubra o seguinte:
 - a. Qual é a abordagem dele para priorizar seus trabalhos?
 - b. Qual é o nível de utilização típico de alguns de seus equipamentos?
 - c. Como eles fazem quando um trabalho leva mais tempo do que o esperado?
7. Qual é a principal diferença entre planejar e controlar um hospital onde a maioria dos procedimentos cirúrgicos são operações de rotina e planejar e controlar um hospital que tem um alto nível de trabalho de acidentes e emergência?

Leituras complementares selecionadas

- BAKER, K. R. *Introduction to sequencing and scheduling*. Wiley, 1984.
- BROWNE, J. J. Simplified scheduling of routine work hours and day off. *Industrial engineering*, Dec. 1979.
- CONWAY, R. W. Priority despatching end job lateness in a job shop. *Journal of Industrial Engineering*, v. 16, nº 4, 1965.
- FRY, T. D., PHILIPPOOM, P. R. A despatching rule for allowing trade-offs between inventory and customer satisfaction. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, nº 7, 1989.
- GOLDRATT, E. Y., COX, J. *The goal*. North River Press, 1984.
- KANET, J. K., HAYYA, J. C. Priority despatching with operation due dates in a job shop. *Journal of Operations Management*, v. 2, nº 3, 1982.

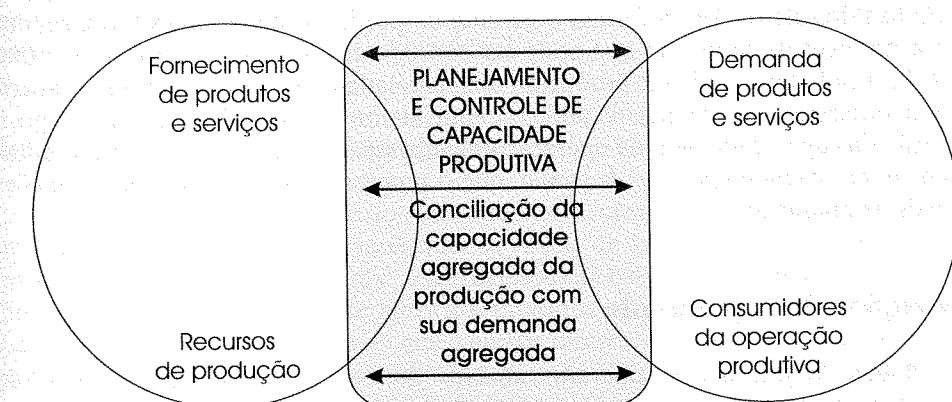


Figura 11.1 Uma definição de planejamento e controle de capacidade produtiva.

ma agregada, que não discrimina entre os diferentes produtos e serviços que uma operação produtiva pode fazer. A essência da tarefa é conciliar, no nível geral e agregado, a existência de capacidade com o nível de demanda que deve ser satisfeita (veja Figura 11.1).

OBJETIVOS

Este capítulo examina:

- a natureza e as restrições da capacidade;
- a diferença entre planejamento e controle de capacidade agregados de longo, médio e curto prazo;
- os objetivos de planejamento e controle de capacidade;
- as formas de medição de capacidade e demanda;
- as formas alternativas para conciliar capacidade e demanda;
- o uso de representações cumulativas e teoria de filas para ajudar a planejar a capacidade;
- a dinâmica de planejamento e controle de capacidade.

Que é capacidade?

O uso mais comum do termo *capacidade* é no sentido estático, físico do *volume* fixo de um recipiente ou do espaço em um edifício. Este significado da palavra às vezes também é usado por gerentes de produção. Por exemplo, um fabricante de produtos farmacêuticos pode investir em novos reatores de capacidade de 1.000 litros, uma empresa de investimentos em propriedades compra um estacionamento com capacidade para 500 carros no centro da cidade e um cinema múltiplo (*multiplex*) é construído com dez telas e uma capacidade total de 2.500 lugares. Enquanto estas medidas de capacidade descrevem a *escala* dessas operações, elas não refletem suas capacidades de processamento. Para fazer isso devemos incorporar a dimensão *tempo* adequada para o uso dos ativos. Desta forma, o gerente de produção da empresa farmacêutica tratará do nível de produção que pode ser conseguido usando os reatores de 1.000 litros. Se a cada hora pode ser produzida uma batelada de produtos-padrão, a capacidade de processamento planejada pode ser equivalente a 24.000 litros por dia. Logo, a definição da capacidade de uma operação é o *máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo*, que o processo pode realizar sob condições normais de operação.

Restrições de capacidade

Muitas organizações operam abaixo de sua capacidade máxima de processamento, seja porque a demanda é insuficiente para “preencher” completamente sua capacidade, seja por uma política deliberada, de forma que a operação possa res-

ponder rapidamente a cada novo pedido. Com freqüência, entretanto, as organizações encontram-se com algumas partes de sua operação funcionando abaixo de sua capacidade, enquanto outras partes estão em sua capacidade “máxima”. São as partes que estão trabalhando na sua capacidade “máxima” que são as *restrições de capacidade* de toda a operação.

Planejamento e controle de capacidade

Planejamento e controle de capacidade é a tarefa de determinar a capacidade efetiva da operação produtiva, de forma que ela possa responder à demanda. Isto normalmente significa decidir como a operação deve reagir a flutuações na demanda. Apresentamos este assunto no Capítulo 6, onde examinamos as mudanças de longo prazo na demanda e as estratégias alternativas de capacidade para lidar com essas mudanças. Essas estratégias diziam respeito a introduzir (ou eliminar) incrementos grandes de capacidade física. Chamamos esta tarefa de *estratégia de capacidade de longo prazo*. Neste capítulo tratamos de um período de tempo menor, no qual as decisões de capacidade são tomadas principalmente dentro das restrições dos limites da capacidade física estabelecidos pela estratégia de capacidade da operação de longo prazo.

Capacidade de médio e curto prazo

Tendo definido a capacidade de longo prazo, os gerentes de produção devem decidir como ajustar a capacidade da operação no *médio prazo*. Isto normalmente envolve uma avaliação da demanda futura em um período de 2 a 18 meses, durante o qual o volume de produção pode ser variado, por exemplo, alterando o número de horas que os equipamentos são usados. Na prática, entretanto, poucas previsões são exatas e a maioria das operações também precisa responder a mudanças na demanda que ocorrem em um período de tempo menor. Hotéis e restaurantes apresentam variações de demanda inesperadas e aparentemente aleatórias de uma noite para a seguinte, mas também sabem pela experiência que determinados dias são mais movimentados do que outros. Desta forma, os gerentes de produção também devem fazer *ajustes de capacidade de curto prazo*, que lhes permitem flexibilizar o volume produzido por um curto período, seja com base em previsões (por exemplo, os caixas de bancos sempre estão ocupados no horário do almoço) ou sem aviso (por exemplo, em um dia quente e ensolarado em um parque temático).

Demandas e capacidade agregadas

A característica importante do planejamento e controle de capacidade, como está sendo abordada aqui, é que visa definir os níveis de capacidade no médio e curto prazos em termos agregados. Isto é, toma decisões de capacidade amplas e gerais, mas não se preocupa com todos os detalhes dos produtos e serviços individuais oferecidos. Logo, políticas agregadas assumem que o *mix* de diferentes produtos e serviços permanecerá relativamente constante durante o período de planejamento. A Figura 11.2 mostra como quatro operações podem agregar seus níveis de capacidade e demanda.

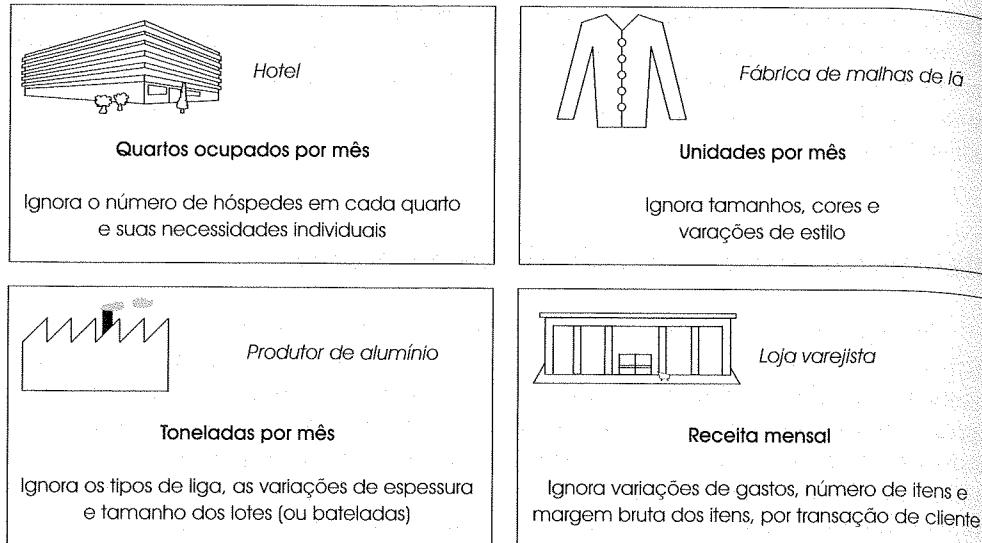


Figura 11.2 Exemplos de agração na medição de capacidade e demanda.

Objetivos do planejamento e controle de capacidade

As decisões tomadas por gerentes de produção no planejamento de suas políticas de capacidade afetará diversos aspectos de desempenho.

- Os *custos* serão afetados pelo equilíbrio entre capacidade e demanda (ou nível de produção, se isso for diferente). Níveis de capacidade excedentes à demanda podem significar subutilização de capacidade e, portanto, alto custo unitário.
- As *receitas* também serão afetadas pelo equilíbrio entre capacidade e demanda, mas de forma oposta. Níveis de capacidade iguais ou superiores à demanda em qualquer momento assegurarão que toda a demanda seja atendida e não haja perda de receitas.
- O *capital de giro* será afetado se uma operação decidir produzir estoque de bens acabados antecipando-se à demanda. Isto pode permitir atender à demanda, mas a organização deve financiar o estoque até que seja vendido.
- A *qualidade* dos bens ou serviços pode ser afetada por um planejamento de capacidade que inclui grandes flutuações nos níveis de capacidade, através da contratação de pessoal temporário, por exemplo. O pessoal novo e a interrupção do trabalho rotineiro da operação aumentariam a probabilidade de ocorrência de erros.
- A *velocidade de resposta* à demanda do cliente pode ser melhorada, seja pelo aumento dos estoques (permitindo que os clientes sejam atendidos diretamente a partir do estoque em vez de terem que esperar a fabricação dos itens) ou pela provisão deliberada de capacidade excedente para evitar filas.
- A *confiabilidade* do fornecimento também será afetada pela proximidade dos níveis de demanda e de capacidade. Quanto mais próxima a demanda estiver da capacidade máxima da operação, tanto menos capaz esta será para lidar

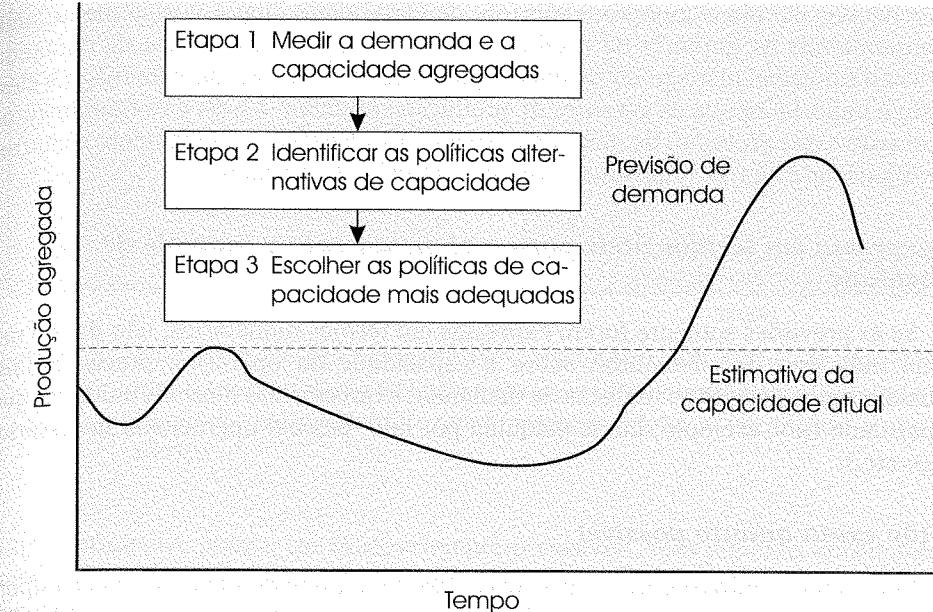


Figura 11.3 As etapas do planejamento e controle de capacidade

com interrupções inesperadas e menos confiáveis seriam seus fornecimentos de bens e serviços.

- A *flexibilidade*, especialmente a de volume, será melhorada por capacidade excedente. Se a demanda e a capacidade estiverem em equilíbrio, a operação não será capaz de responder a quaisquer aumentos inesperados da demanda.

ETAPAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CAPACIDADE

A seqüência das decisões de planejamento e controle de capacidade que precisam ser tomadas pelos gerentes de produção é ilustrada na Figura 11.3. Tipicamente, a gerência de produção depara-se com uma previsão de demanda que tem pouca probabilidade de ser correta ou constante. Eles terão alguma idéia de sua própria habilidade para atender a essa demanda. Antes de tomar qualquer decisão, entretanto, devem ter uma idéia quantitativa tanto da capacidade quanto da demanda. Logo, a primeira etapa será *medir os níveis agregados de demanda e capacidade* para o período de planejamento. A segunda etapa será *identificar as políticas alternativas de capacidade* que poderiam ser adotadas em resposta a flutuações da demanda. A terceira etapa será *escolher a política de capacidade mais adequada* para suas circunstâncias.

Medição da demanda e da capacidade

Previsão de flutuações da demanda

Na maior parte das organizações, a previsão da demanda é responsabilidade dos departamentos de vendas e/ou marketing. É, entretanto, um insumo (*input*) principal

para a decisão do planejamento e controle de capacidade, que é normalmente uma responsabilidade da gerência de produção. Afinal, sem uma estimativa da demanda futura não é possível planejar efetivamente para futuros eventos, somente reagir a eles. Por isto é importante que os gerentes de produção entendam a base e os fundamentos lógicos para essas previsões de demanda. No que diz respeito a planejamento e controle de capacidade há três requisitos para uma previsão de demanda.

Ser expressa em termos úteis para o planejamento e controle de capacidade

Se as previsões somente forem expressas em termos monetários, não dando nenhuma indicação das demandas sobre a capacidade da operação, precisarão ser traduzidas em expectativas realistas de demanda, expressas nas mesmas unidades que a capacidade (por exemplo, horas-máquina por ano, pessoal operacional necessário, espaço etc.).

Ser tão exata quanto possível

Em planejamento e controle de capacidade, a exatidão de uma previsão é importante porque, enquanto a demanda pode mudar instantaneamente, existe uma defasagem entre decidir alterar a capacidade e a mudança surtir efeito.

Dar uma indicação da incerteza relativa

As decisões de trabalhar horas extras e recrutar pessoal extra em geral são baseadas nos níveis de demanda previstos, que na prática podem diferir consideravelmente da demanda real, conduzindo a custos desnecessários ou serviço insatisfatório aos clientes. Por exemplo, a Figura 11.4 mostra os níveis médios de demanda de um supermercado durante um dia em termos do número de clientes que entram na loja. A demanda é inicialmente baixa, mas depois aumenta até a hora do almoço. Depois disso a demanda diminui para somente aumentar novamente no início da noite e finalmente cair novamente no final da atividade comercial. O gerente do supermercado pode usar esta previsão para ajustar (digamos) a capacidade dos caixas durante o dia. Embora esta possa ser uma previsão precisa da demanda média, nenhum dia será exatamente igual a esse padrão.

De igual importância é uma estimativa de quanto a demanda real pode diferir da média. Isto pode ser descoberto examinando a estatística da demanda, para determinar uma distribuição da demanda em cada momento do dia. A importância disto reside no fato de que o gerente agora sabe quando será importante ter pessoal de reserva, talvez alimentando prateleiras nas gôndolas, estando de prontidão para atender nos caixas se a demanda o justificar.

SAZONALIDADE DA DEMANDA

Em muitas organizações, o planejamento e controle de capacidade está preocupado em lidar com flutuações sazonais da demanda. Quase todos os produtos e serviços têm alguma *sazonalidade da demanda* e alguns também têm *sazonalidade de suprimentos*, normalmente quando os insumos são produtos de agricultura sazonal, por exemplo, para o processamento de vegetais congelados. Estas flutuações na demanda,

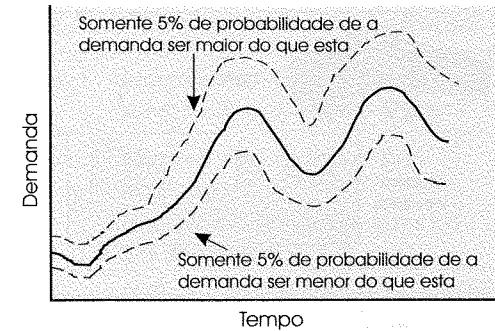
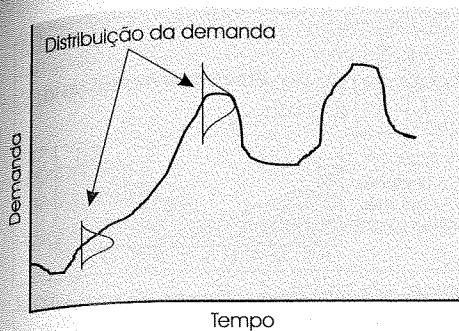


Figura 11.4 Boas previsões são essenciais para o planejamento efetivo da capacidade, mas da mesma forma também é essencial uma compreensão da incerteza da demanda, porque permite que a operação julgue os riscos para o nível de serviço.

ou no suprimento, podem ser razoavelmente previsíveis, mas algumas normalmente também são afetadas por variações inesperadas no clima e por evolução das condições econômicas. A Figura 11.5 mostra alguns exemplos de sazonalidade.

FLUTUAÇÕES SEMANAIS E DIÁRIAS DA DEMANDA

A sazonalidade da demanda ocorre em um ano, mas variações previsíveis similares na demanda também podem ocorrer para alguns produtos e serviços em um ciclo mais curto. O grau em que uma operação terá que lidar com flutuações de demanda de prazo muito curto é determinado parcialmente pelo tempo que seus clientes estão dispostos a esperar por seus produtos ou serviços. Uma operação cujos clientes são incapazes ou não querem esperar deve planejar-se para flutuações de demanda de prazo



Figura 11.5 Muitos tipos de operações devem lidar com demanda sazonal.

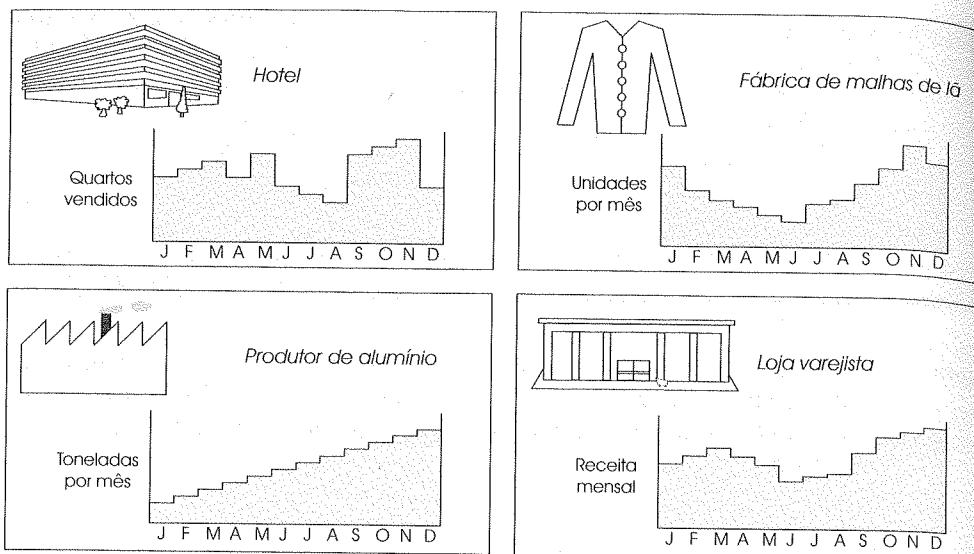


Figura 11.6 Flutuações agregadas da demanda para quatro organizações

muito curto. Serviços de emergência, por exemplo, precisam entender a variação horária da demanda por seus serviços e planejar a capacidade de acordo com isso.

Medir a capacidade

Medir a demanda fornece parte da informação básica para o planejamento de capacidade. O problema principal para obter esta informação é que a demanda é intrinsecamente incerta. O problema principal com a medição da capacidade não é tanto sua incerteza, mas, sua complexidade. Somente quando a produção é altamente padronizada e repetitiva é fácil definir a capacidade sem ambigüidade. Logo, se uma fábrica de televisores produzir somente um modelo básico, a capacidade semanal poderia ser descrita como 2.000 televisores do modelo A. Um departamento do governo pode ter a capacidade de imprimir e postar 500.000 formulários de impostos por semana. Um passeio rápido em um parque temático pode ser projetado para processar lotes de 60 pessoas a cada 3 minutos – uma capacidade de “processar” 1.200 pessoas por hora. Em cada caso, o *volume de produção* é a medida mais adequada de capacidade, porque não varia a natureza do produto da operação. Para muitas operações, entretanto, a definição de capacidade não é tão óbvia. Especialmente quando uma gama muito mais ampla de produtos apresenta demandas variáveis para o processo, as medidas de volume de produção são menos úteis. Neste caso medidas baseadas nos *insumos* são freqüentemente usadas para definir capacidade. Veja Tabela 11.1

Tabela 11.1 Medidas de capacidade de insumos e produtos para diferentes operações.

Operação	Medida de capacidade de insumos	Medida de capacidade de volume de produção
Fábrica de ar condicionado	Horas de máquina disponíveis	Número de unidades por semana
Hospital	Leitos disponíveis	Número de pacientes tratados por semana
Teatro	Número de assentos	Número de clientes entretidos por semana
Universidade	Número de estudantes	Estudantes graduados por ano
Loja de venda no varejo	Área de venda	Número de itens vendidos por dia
Companhia aérea	Número de assentos disponíveis no setor	Número de passageiros por semana
Companhia de eletricidade	Tamanho do gerador	Megawatts de eletricidade gerada
Cervejaria	Volume dos tanques de fermentação	Litros por semana

Nota: A medida mais comumente usada está mostrada em negrito.

CAPACIDADE DEPENDE DO MIX DE ATIVIDADES

O hospital mede sua capacidade em termos de seus recursos parcialmente porque não há uma relação clara entre o número de leitos que possui e o número de pacientes que trata. Se todos seus pacientes precisassem de tratamentos relativamente pequenos com estadias curtas no hospital, este poderia tratar muitas pessoas por semana. Alternativamente, se a maioria de seus pacientes precisar de longos períodos de observação ou recuperação, um número muito menor seria tratado. O volume de produção depende do mix de atividades nas quais o hospital está engajado; como a maior parte dos hospitais desempenha muitos tipos diferentes de atividades, é difícil predizer o volume de produção. Certamente, é difícil comparar diretamente a capacidade de hospitais que exercem atividades muito diferentes.

CAPACIDADE DE PROJETO E CAPACIDADE EFETIVA

A capacidade teórica de uma operação – a capacidade que os projetistas técnicos tinham em mente quando projetaram a operação – nem sempre pode ser atingida na prática. Por exemplo, uma companhia que faz a cobertura de papel fotográfico terá diversas linhas de cobertura que depositam finas camadas de produtos químicos sobre os rolos de papel em alta velocidade. Cada linha é capaz de funcionar em uma velocidade específica. O produto da velocidade máxima de cobertura pelo tempo de operação da planta fornece a *capacidade teórica de projeto* da linha. Na realidade, entretanto, a linha não pode funcionar continuamente em sua velocidade máxima. Produtos diferentes terão diferentes necessidades de cobertura, de forma que será preciso parar a linha para fazer a mudança. Também será necessário fazer manutenção da linha, o que diminuirá ainda mais o tempo produtivo. Dificuldades técnicas de programação podem significar tempo perdido adicional. Nem todas essas perdas são falhas do gerente

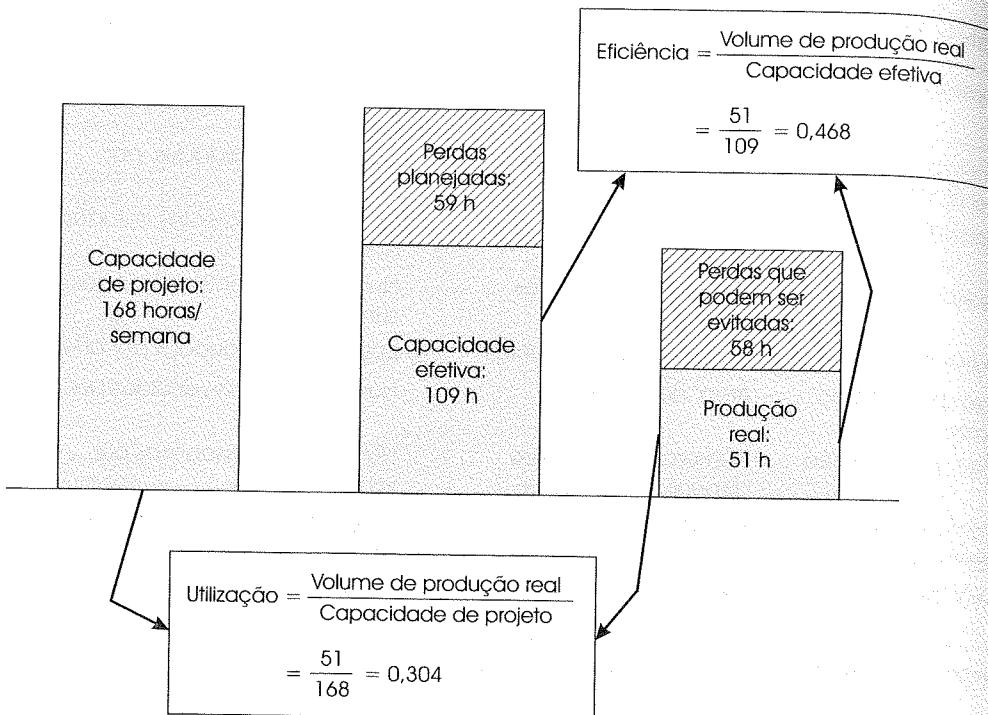


Figura 11.7 Utilização e eficiência.

de produção; ocorreram devido a demandas técnicas e do mercado sobre a operação. A capacidade real que resta depois que essas perdas são deduzidas é chamada *capacidade efetiva* da operação. E estas causas de redução de capacidade não serão as únicas perdas de capacidade de produção. Fatores como problemas de qualidade, quebras de máquinas, absenteísmo e outros problemas que podem ser evitados terão seu custo. Isto significa que o *volume de produção real* da linha será ainda menor do que a capacidade efetiva. As proporções do volume de produção realmente conseguido por uma operação para a capacidade de projeto e para a capacidade efetiva são respectivamente chamadas *utilização* e *eficiência* da planta.

$$\text{Utilização} = \frac{\text{Volume de produção real}}{\text{Capacidade de projeto}}$$

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Volume de produção real}}{\text{Capacidade efetiva}}$$

UTILIZAÇÃO COMO UMA MEDIDA DO DESEMPENHO DAS OPERAÇÕES

Para muitos negócios, a utilização é usada como uma das medidas-chaves do desempenho de produção. É uma indicação da proporção da capacidade projetada que foi usada para produzir bens ou serviços de valor adicionado. A justificação para dar tal importância à utilização é normalmente que, qualquer perda de tempo de produção poderia ter sido usada para produzir mais produtos, que gerariam mais lucro (isto é o

chamado argumento de “custo de oportunidade”). Muitas organizações exigem altos níveis de utilização antes de autorizar o investimento em capacidade adicional, argumentando que isto maximiza o retorno do capital empregado no negócio. A utilização pode ser medida em relação a qualquer nível aceito de capacidade de projeto baseada em tempo (por exemplo, 40 horas, 80 horas, 120 horas ou 168 horas por semana). Pode ser usada para medir peças únicas ou grupos de equipamentos, indivíduos ou equipes de empregados e mesmo operações inteiras. A utilização também pode ser conhecida por diferentes nomes em diferentes setores. Por exemplo:

- os “níveis de ocupação de quartos” em hotéis;
- o “fator de ocupação” para assentos de aviões;
- “tempo em operação” em algumas fábricas.

Infelizmente, como medida do desempenho de produção, pode levar a conclusões errôneas. Utilização baixa pode resultar de baixa demanda ou de paradas freqüentes da planta ou de falta de materiais ou greves. Por isso, medir o desempenho de diversas partes do empreendimento (vendas, manutenção, compras, gestão de recursos humanos) ainda é freqüentemente usado somente como um indicador do desempenho das operações produtivas. Nem é sempre desejável procurar alta utilização. Particularmente em operações em lotes ou bateladas, ênfase em alta utilização pode resultar na formação de estoques em processo, criando semanas ou meses de trabalho mantido em filas, imobilizando materiais valiosos e atrasando a conclusão de pedidos. Isto é discutido posteriormente no Capítulo 15 no planejamento e controle *just in time*. Alta utilização também pode afetar adversamente o cliente se reduzir a velocidade e a flexibilidade de volume da operação.

Políticas alternativas de capacidade

Com uma compreensão da demanda e da capacidade, o próximo passo é considerar os métodos alternativos de responder a flutuações na demanda. Há três opções “puras” para lidar com essas variações:

- Ignorar as flutuações e manter os níveis das atividades constantes (*política de capacidade constante*).
- Ajustar a capacidade para refletir as flutuações da demanda (*política de acompanhamento da demanda*).
- Tentar mudar a demanda para ajustá-la à disponibilidade da capacidade (*gestão da demanda*).

Na prática, a maior parte das organizações usará uma combinação dessas políticas “puras”, embora em geral uma política domine.

Política de capacidade constante

Em uma política de capacidade constante, a capacidade de processamento é estabelecida em um nível constante durante todo o período de planejamento, sem considerar as flutuações da previsão da demanda. Isto significa que o mesmo número de pessoas operam os mesmos processos e por isso deveriam ser capazes de produzir o

mesmo volume agregado de produção em cada período. Nos casos em que são processados materiais não perecíveis, mas não vendidos imediatamente, eles podem ser transferidos para o estoque de bens acabados antes das vendas em um período posterior. Logo, esta política é viável (mas não necessariamente desejável) para nossos exemplos da empresa de malhas de lã e para o produtor de alumínio.

As políticas de capacidade constante deste tipo podem atingir os objetivos de padrões de emprego estáveis, alta utilização do processo e normalmente também alta produtividade com baixos custos unitários. Infelizmente, também podem criar estoques consideráveis, que devem ser financiados e armazenados. Talvez o maior problema, entretanto, seja que devem ser tomadas decisões quanto ao que produzir para estocar em vez de para vendas imediatas.

Níveis de subutilização muito altos podem tornar proibitivamente dispendiosas as políticas de capacidade constante em muitas operações de serviços, mas podem ser consideradas adequadas quando os custos de oportunidade de vendas individuais perdidas são muito altos: por exemplo, na venda no varejo de joalheria de alta margem e em imobiliárias. Também é possível estabelecer a capacidade algo abaixo do nível do pico de demanda previsto com a finalidade de reduzir o grau de subutilização. Nos períodos em que se espera que a demanda exceda a capacidade planejada, entretanto, o serviço ao cliente pode deteriorar-se. Os clientes poderão ter que fazer fila durante longos períodos ou podem ser “processados” mais rapidamente e com menor personalização. Embora isto esteja obviamente longe do ideal, os benefícios da estabilidade e produtividade para a organização podem compensar as desvantagens de desagradar alguns clientes.

Política de acompanhamento da demanda

O contrário de uma política de capacidade constante é aquela que tenta ajustar a capacidade bem próxima dos níveis variáveis da demanda prevista. Isto é muito mais difícil de conseguir do que uma política de capacidade constante, pois um número diferente de pessoas, diferentes horas de trabalho e mesmo diferentes quantidades de equipamentos podem ser necessários em cada período. Por esta razão, as políticas puras de acompanhamento da demanda têm pouca probabilidade de atrair operações que fabricam produtos-padrão não perecíveis. Também quando as operações de manufatura são especialmente intensivas em capital, a política de acompanhamento da demanda exigiria um nível de capacidade física, que seria totalmente usado somente ocasionalmente. É por esta razão que essa política tem menor probabilidade de ser adequada para o produtor de alumínio do que para o fabricante de malhas de lã.

Às vezes é difícil conseguir variações muito grandes na capacidade de um período para o outro. Se as mudanças na demanda prevista forem tão grandes como as do exemplo do hotel, níveis significativamente diferentes de pessoal serão necessários ao longo do ano. Isto significaria雇用 pessoal em tempo parcial e temporário, exigir que os empregados permanentes trabalhassem mais horas ou mesmo introduzir mão-de-obra contratada. Os gerentes de produção terão então a difícil tarefa de assegurar que os padrões de qualidade e os procedimentos de segurança ainda sejam seguidos em detalhe e que os níveis de serviço aos clientes sejam mantidos. Tanto no hotel como no supermercado, a previsão da demanda durante os períodos de férias é menor do que a média. Isto poderia ajudar o gerente de produção, pois os empregados seriam encorajados a tirar férias nesse período. Infelizmente, muitos serviços têm seu pico durante o verão e os gerentes devem tentar assegurar que o pessoal experiente e permanente tire suas férias em outras épocas.

MÉTODOS PARA AJUSTAR A CAPACIDADE

A abordagem de acompanhamento da demanda exige que a capacidade seja ajustada de algumas formas. Existem diferentes métodos para conseguir isso, embora nem todos sejam viáveis para todos os tipos de produção. Alguns desses métodos estão listados a seguir.

Horas extras e tempo ocioso

Com freqüência o método mais rápido e conveniente para ajustar a capacidade é variando o número de horas produtivas trabalhadas pelo pessoal da produção. Quando a demanda é mais alta do que a capacidade nominal, o dia de trabalho pode ser estendido e quando a demanda é menor do que a capacidade nominal, o tempo despendido pelo pessoal em trabalho produtivo pode ser reduzido. No último caso, o pessoal pode engajar-se em outras atividades como limpeza ou manutenção. Este método somente é útil se a programação da capacidade produtiva extra coincide com a da demanda.

Variar o tamanho da força de trabalho

Se a capacidade for fortemente dependente do tamanho da força de trabalho, uma forma de ajustar a capacidade é ajustar o número de pessoas. Isto é feito contratando pessoal extra durante os períodos de alta demanda e dispensando-os quando a demanda diminui. Há, entretanto, implicações de custo, e possivelmente também algumas éticas, para serem consideradas antes de adotar esse método. Os custos de contratar pessoal extra incluem os associados com o recrutamento, assim como os custos de baixa produtividade, enquanto o pessoal novo passa pela curva de aprendizagem. Os custos de dispensa podem incluir possíveis indenizações, mas também podem incluir a perda de moral na operação e a perda da boa vontade no mercado de mão-de-obra local.

Usar pessoal em tempo parcial

Uma variação da estratégia anterior é recrutar pessoal em tempo parcial, isto é, para trabalhar menos do que um dia normal. Este método é muito usado em operações de serviços como supermercados e restaurantes *fast-food*, mas também é usado por alguns fabricantes para alocar pessoal ao turno noturno depois do dia normal de trabalho. Se, entretanto, os custos fixos do emprego de cada empregado, independentemente de quanto tempo trabalharem, forem altos, então usar este método pode não valer a pena.

Subcontratação

Em períodos de alta demanda, uma operação pode adquirir capacidade de outras organizações. Isto pode capacitar a operação a atender sua própria demanda sem custos extras de investimento em capacidade, que não será necessária depois que o pico de demanda tiver passado. Novamente, há custos associados com este método. O mais óbvio é que a subcontratação pode ser muito dispendiosa. O subcontratante também desejará ter margem suficiente no negócio. Um subcontratante pode não estar tão motivado a fornecer no prazo ou nos níveis desejados de qualidade. Finalmente, há risco de que os subcontratantes também decidam entrar no mesmo mercado.

Gerenciar a demanda

Embora a maioria das operações tentem planejar para variações da previsão de demanda, uma demanda estável e uniforme pode permitir que uma organização reduza custos e melhore o serviço; a capacidade pode ser mais bem utilizada e o lucro potencial pode ser melhorado. Muitas organizações reconheceram esses benefícios e tentam “administrar a demanda” de várias formas. O objetivo é transferir a demanda dos períodos de pico para períodos tranqüilos. Isto normalmente está além da responsabilidade imediata dos gerentes de produção, sendo a responsabilidade das funções de marketing e/ou vendas. O papel principal do gerente de produção é, portanto, identificar e avaliar os benefícios da gestão da demanda e assegurar que as mudanças resultantes na demanda sejam satisfatoriamente atendidas pelo sistema de produção.

ALTERAR A DEMANDA

O mecanismo mais óbvio para mudar a demanda é através do preço. Embora isto seja provavelmente a abordagem mais amplamente aplicada na gestão da demanda, é menos comum para produtos do que para serviços. Por exemplo, alguns hotéis na cidade oferecem pacotes de férias de baixo custo “descanso na cidade” nos meses em que são esperados menos visitantes de negócios.

As organizações também podem tentar aumentar a demanda em períodos de baixa demanda através de propaganda adequada. Isto poderia sugerir que a qualidade do serviço poderia ser melhor nessa época (porque haverá menor número de pessoas) ou simplesmente despertar um interesse maior no produto ou serviço. Esta abordagem é muitas vezes combinada com ofertas de preços e produtos modificados.

PRODUTOS E SERVIÇOS ALTERNATIVOS

Às vezes, é necessária uma abordagem mais radical para preencher períodos de baixa demanda. As organizações podem desenvolver novos produtos, que podem ser produzidos nos processos existentes, mas que têm padrões de demanda diferentes ao longo do ano.

Políticas mistas

Cada uma dessas três políticas “puras” somente é aplicada quando suas vantagens compensam fortemente suas desvantagens. Para muitas organizações, entretanto, estas abordagens “puras” não atendem a sua combinação necessária de objetivos competitivos e operacionais. Da maioria dos gerentes de produção é exigido que ponderem os muitos objetivos de desempenho, em geral conflitantes, identificados anteriormente. Espera-se que reduzam simultaneamente os custos e os estoques, para minimizar o investimento em capital e ainda proporcionar uma abordagem ágil e orientada para o cliente em todos os momentos. Por esta razão, a maioria das organizações escolhe adotar uma combinação das três abordagens.

ENTENDENDO A MENSAGEM!

As companhias que operam tradicionalmente em mercados sazonais podem demonstrar alguma ingenuidade considerável em suas tentativas de desenvolver produtos contra-sazonais. Um dos mais bem sucedidos setores a este respeito foi o de cartões de felicitações. Dia das Mães, Dia dos Pais, das Bruxas, dos Namorados e outras ocasiões têm sido promovidas como épocas para enviar (e comprar) cartões. Agora, tendo ficado sem ocasiões para promover, os fabricantes de cartões de felicitações mudaram para cartões “sem ocasião”, que podem ser enviados a qualquer momento. Estes têm a considerável vantagem de ser menos sazonais, tornando assim menos marcada a sazonalidade das empresas.

Hallmark Cards, o líder de mercado na América do Norte, foi o pioneiro no desenvolvimento de cartões sem-ocasião. Seus cartões incluem aqueles pensados para ser enviados de pais para filhos com mensagens como “Um grande abraço ajudaria?” ou “Sinto muito pelo que aconteceu” e “Você é maravilhoso(a) – é seu quarto que é uma bagunça.” Outros cartões apresentam temas adultos mais sérios como amizade (“Você é mais do que um amigo, você é como família”) ou mesmo alcoolismo (“Isto é difícil de dizer, mas eu acho que você é uma pessoa muito mais elegante quando não está bebendo”). Quaisquer que sejam esses produtos, não são sazonais!

Gestão do rendimento

Em operações que têm capacidades relativamente fixas como linhas aéreas e hotéis, é importante usar a capacidade da operação para gerar receitas com todo seu potencial. Uma abordagem usada por esse tipo de operações é chamada *gestão de rendimento*.² Isto é realmente um conjunto de métodos, alguns dos quais já abordamos, que podem ser usados para assegurar que uma operação maximize seu potencial para gerar lucros. A gestão do rendimento é especialmente útil quando:

- a capacidade é relativamente fixa;
- o mercado pode ser segmentado de forma bastante clara;
- o serviço não pode ser estocado de nenhuma forma;
- os serviços são vendidos antecipadamente;
- o custo marginal de realização de uma venda é relativamente baixo.

1. **Fontes:** LYNCH, P. Making time for productivity. *Personnel Management*. Mar. 1991; PICKARD, J. Annual hours: a year of living dangerously. *Personnel Management*. Aug. 1991.

2. KIMES, S. Yield management: a tool for capacity-constrained service firms. *Journal of Operations Management*, v. 8, nº 4, 1989.

Escolha de uma abordagem de planejamento e controle de capacidade

Antes que uma operação possa decidir qual das políticas de capacidade adotar, deve estar consciente das consequências da adoção de cada política em seu próprio conjunto de circunstâncias. Por exemplo, um fabricante, dada uma idéia de sua capacidade atual e dada a previsão de demanda, deve calcular o efeito de estabelecer seu nível de produção em um patamar específico. Analogamente, um supermercado deve entender as consequências prováveis de colocar em funcionamento somente 20 de seus 30 caixas durante o período de alto movimento do horário de almoço. Dois métodos são especialmente úteis para ajudar a avaliar as consequências da adaptação de políticas específicas de capacidade:

- representações acumuladas de demanda e capacidade;
- teoria das filas.

Representações acumuladas

A Figura 11.8 mostra a previsão de demanda agregada para uma fábrica de chocolates, que faz produtos de confeitoraria. A demanda por seus produtos em suas lojas é mais alta no Natal. Para atender a esta demanda e reservar tempo para os produtos passarem pelo sistema de distribuição, a fábrica deve atender a uma demanda cujo pico é em setembro, como mostrado. Um método para avaliar se um nível específico de capacidade pode satisfazer a demanda seria calcular o grau de sobrecapacidade abaixo do gráfico, que representa os níveis de capacidade (áreas A e C) e o grau de subcapacidade acima do gráfico (área B). Se a sobrecapacidade total for maior do que o total de subcapacidade para determinado nível de capacidade, então essa capacidade poderia ser vista como adequada para satisfazer completamente a demanda, com a hipótese de que o estoque tenha sido acumulado nos períodos de sobrecapacidade.

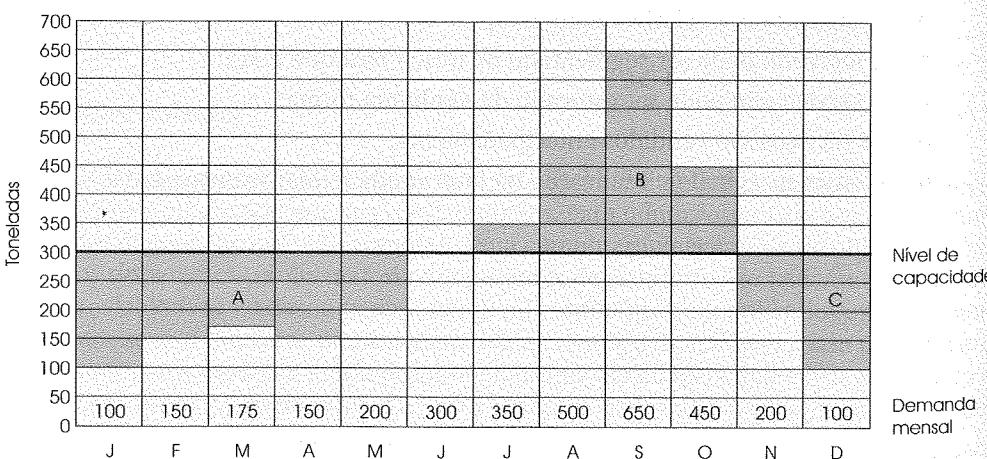


Figura 11.8 Se as áreas de sobrecapacidade (A + C) forem maiores do que a subcapacidade (B), o nível de capacidade parece adequado para atender à demanda. Isto, entretanto, pode não ser necessariamente o caso.

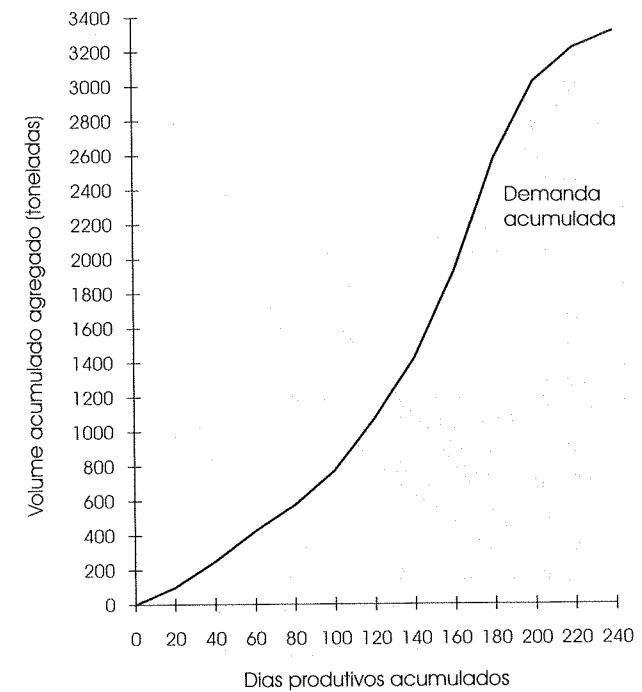
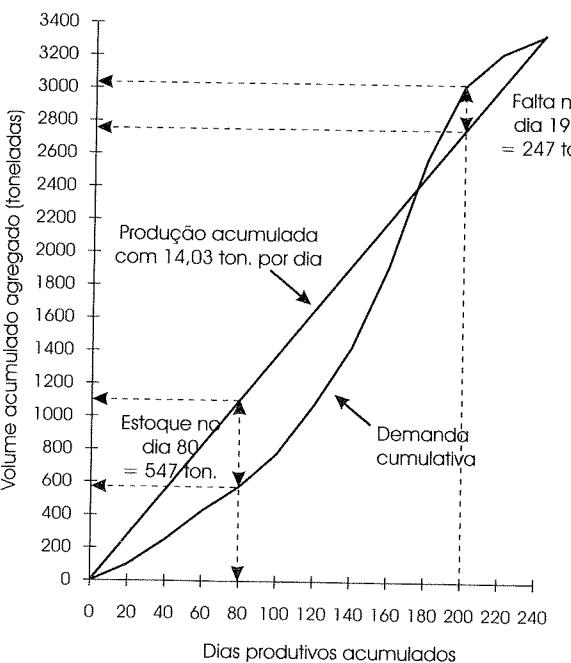


Figura 11.9 Demanda acumulada.

Uma forma bem superior de avaliar as políticas de capacidade é fazer um gráfico da demanda acumulada, que é mostrado na Figura 11.9.

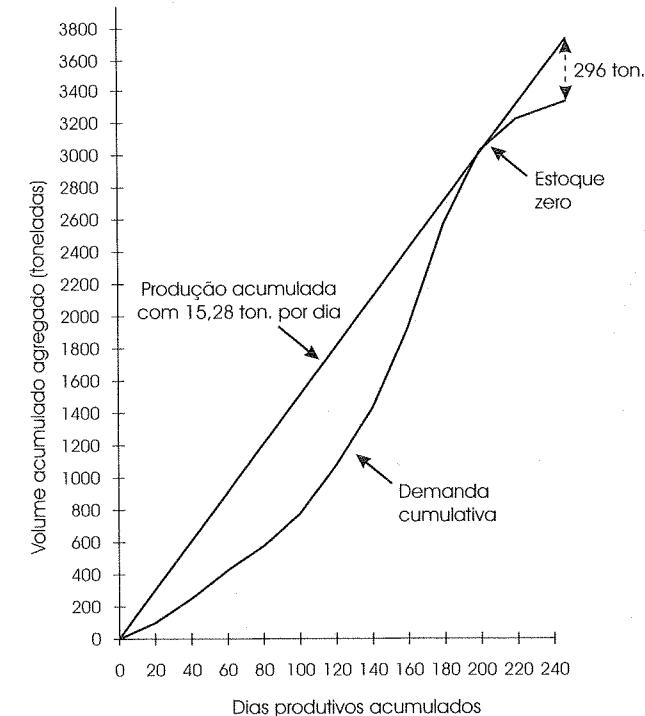
A representação acumulada da demanda imediatamente revela mais informações. Primeiro, mostra que, embora a demanda total tenha pico em setembro, devido ao número restrito de dias produtivos disponíveis, o pico de demanda por dia produtivo ocorre um mês antes, em agosto. Segundo, mostra que a flutuação na demanda durante o ano é ainda maior do que parecia. A proporção do pico de demanda mensal para a menor demanda mensal é 6,5:1, mas a razão do pico para a menor demanda por dia produtivo é 10:1. A demanda por dia produtivo é mais relevante para os gerentes de produção, porque os dias produtivos representam o elemento de tempo da capacidade.

A consequência mais útil do gráfico da demanda acumulada é que, desenhando a linha da capacidade acumulada no mesmo gráfico, a viabilidade e as consequências de uma política de capacidade podem ser avaliadas. A Figura 11.10 mostra uma política de capacidade constante que produz 14,03 toneladas por dia produtivo. Isto atende à demanda acumulada no final do ano. Também passaria em nosso teste anterior de sobrecapacidade total sendo igual ou maior do que a subcapacidade.



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Demandas (toneladas/mês)	100	150	175	150	200	300	350	500	650	450	200	100
Dias produtivos	20	18	21	21	22	22	21	10	21	22	21	18
Demandas (toneladas/dia)	5	8,33	8,33	7,14	9,52	13,64	16,67	50	30,95	20,46	9,52	5,56
Dias acumulados	20	38	59	80	102	124	145	155	176	198	219	237
Demandas acumuladas	100	250	425	575	775	1075	1425	1925	2575	3025	3225	3325
Produção acumulada (toneladas)	281	533	828	1122	1431	1740	2023	2175	2469	2778	3073	3325
Estoque final (toneladas)	181	283	403	547	656	715	609	250	(106)	(247)	(150)	0

Figura 11.10 Uma política de capacidade constante que apresenta faltas apesar de atender a demanda no final do ano.



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Demandas (toneladas/mês)	100	150	175	150	200	300	350	500	650	450	200	100
Dias produtivos	20	18	21	21	22	22	21	10	21	22	21	18
Demandas (toneladas/dia)	5	8,33	8,33	7,14	9,52	13,64	16,67	50	30,95	20,46	9,52	5,56
Dias acumulados	20	38	59	80	102	124	145	155	176	198	219	237
Demandas acumuladas	100	250	425	575	775	1075	1425	1925	2575	3025	3225	3325
Produção acumulada (toneladas)	306	581	902	1222	1559	1895	2216	2368	2689	3025	3346	3621
Estoque final (toneladas)	206	331	477	647	784	820	791	443	114	0	121	296
Estoque médio (toneladas)	103	270	404	562	716	802	806	617	279	57	61	209
Custo de estoques por mês (\$)	4120	9720	16968	23604	31504	35288	33852	12340	11718	2508	2562	7524

Custo total de estoques por ano = \$191.608

Figura 11.11 Uma política de capacidade constante que atende à demanda durante todo o ano.

COMPARAÇÃO DE POLÍTICAS COM BASE EM DADOS ACUMULADOS

Políticas de acompanhamento da demanda também podem ser ilustradas em uma representação acumulada. Em vez de a linha de produção acumulada ter um gradiente constante, ela tem um gradiente variável representando o volume de produção horária em qualquer momento. Se for adotada uma política pura de acompanhamento da demanda, a linha de produção acumulada atenderia à linha de demanda acumulada. A defasagem entre as duas linhas seria zero e, portanto, o estoque seria zero. Embora isto elimine custos de manutenção de estoques, como discutimos anteriormente, haveria custos associados com a mudança de níveis de capacidade. Estes custos de mudança de capacidade às vezes são desenhados como mostra a Figura 11.12. O custo de uma alteração de capacidade depende do grau da mudança, da direção da mudança e do nível de capacidade a partir do qual a alteração é feita.

Um feriado curto em Amsterdã não seria completo sem uma visita ao Museu Madame Tussaud, localizado em quatro andares superiores da loja de departamentos mais famosa da cidade, na Praça Dam. Com 600.000 visitantes por ano, esta é a terceira atração turística mais popular em Amsterdã, depois do mercado de flores e das viagens nos canais. Em dias movimentados no verão, o centro consegue gerenciar 5.000 visitantes. Em um dia úmido em janeiro, entretanto, pode haver somente 300 visitantes durante o dia inteiro. O centro está aberto sete dias por semana das 10h00 às 17h30.

Tornando as filas indolores

Nas ruas externas, filas ordenadas de turistas ao longo da calçada, olhando para os mostruários nas vitrines das lojas. Neste espaço público, o Tussaud pode fazer pouco para entreter os visitantes, mas empreendedores e artistas de rua são rápidos para capitalizar sobre um mercado cativo. Ao chegar à sala de espera, indivíduos, famílias e grupos compram suas entradas. A portaria tem o formato de uma grande ferradura, com a venda de entradas no centro. No inverno ou em períodos tranqüilos, haverá somente um vendedor, mas em dias movimentados, os visitantes podem pagar em dois guichês para acelerar o processo. Tendo pago, os visitantes reúnem-se na sala de espera em frente aos dois elevadores. Enquanto esperam nesta área, um fotógrafo passeia por ali oferecendo-se para tirar fotos dos visitantes que estão em pé próximos a estátuas em cera de pessoas famosas, em tamanho natural. Também podem ser entretenidos por pessoas vivas parecidas com personalidades famosas, que atuam como guias de grupos de visitantes, cada grupo com cerca de 25 clientes (a capacidade de cada um dos dois elevadores que levam os visitantes até as instalações). Os elevadores chegam a cada quatro minutos e desembarcam simultaneamente, formando um grupo de cerca de 50 clientes, que permanecem juntos através da seção de exposição.

Gerenciando a capacidade e o fluxo

O museu retrata em cenários, figuras animadas, sons, luzes e cheiros, a história de Amsterdã desde o século XVII, como se desenvolveu a partir de um pântano. Há cinco diferentes estágios, ligados por um trajeto, que os visitantes são encorajados a percorrer, dirigidos temporalmente por um sistema informatizado de iluminação controlada. Ao chegar a cada estágio, uma gravação sonora dá as explicações acompanhada por um fundo musical adequado. As exposições são iluminadas em sua vez no momento adequado, de forma que a atenção da audiência seja focalizada em características interessantes específicas. No final de cada *show*, que dura aproximadamente quatro minutos, as luzes diminuem de intensidade, acendem-se as luzes da saída e a voz da gravação pede polidamente que o grupo continue. Os movimentos dos visitantes entre os estágios são administrados pela natureza da iluminação: ao iniciar o próximo *show* e ao iluminar a exposição na próxima área. Desta forma os clientes são controlados e mantêm-se

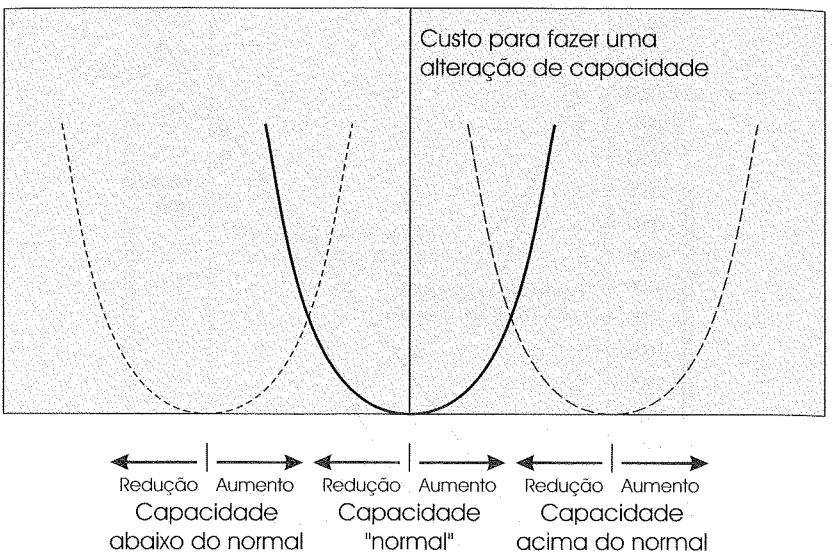


Figura 11.12 Os custos de alterações na capacidade dependerão do ponto a partir do qual a alteração é feita, do grau da mudança e da direção da mesma.

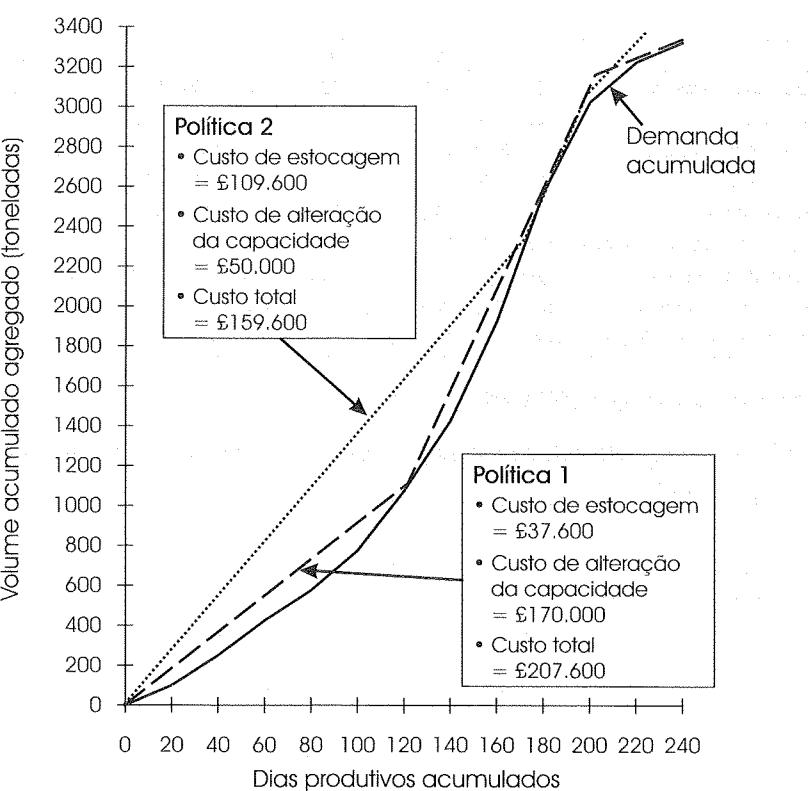


Figura 11.13 Comparação de duas políticas alternativas de capacidade.

juntos em um grupo coeso. O ciclo é então repetido em cada estágio para grupos sucessivos de clientes. Depois do último estágio, os visitantes sobem a escada para uma área construída como um módulo espacial e aí os grupos dispersam-se naturalmente. Esta exposição é muito popular e pode experimentar certo grau de congestionamento, pois é a primeira oportunidade para os clientes moverem-se em seu próprio ritmo. Desse ponto, os visitantes passam para a área dos trabalhos em cera, onde são retratadas em tamanho natural pessoas famosas, políticos, personalidades da TV etc. Os modelos em cera são dispostos em mostras temáticas com vídeos e música para atrair a audiência para diferentes áreas a sua escolha. Os clientes são encorajados a misturar-se com as exposições, a tirar fotografias e a divertir-se em geral.

Fonte: Com a gentil permissão do Dr. Willem Bijleveld, Diretor, Madame Tussaud Scenerama B. V., Amsterdã.

Resumo

- A capacidade produtiva de uma operação é o nível máximo de atividade de valor adicionado que pode ser conseguido em condições normais de operação durante determinado período de tempo.
- Os gerentes de produção devem tomar decisões de capacidade de curto, médio e longo prazos. Este capítulo aborda a gestão de capacidade de médio e curto prazos, em que o nível de capacidade da organização é ajustado dentro dos limites fixos que são estabelecidos pelas decisões de capacidade de longo prazo. Mas mesmo no curto prazo, a capacidade é tratada em um nível agregado.
- As decisões tomadas na tarefa de planejamento e controle de capacidade afetam os desempenhos de custos, receitas, capital de giro, qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade.
- O primeiro passo na tarefa de planejamento e controle de capacidade é entender e medir as flutuações prováveis na demanda e o grau de capacidade disponível na organização. Nenhuma dessas é uma tarefa fácil. A previsão da demanda é caracterizada por altos níveis de incerteza, enquanto a medição da capacidade é caracterizada por altos níveis de complexidade.
- O tipo mais comum de flutuação da demanda com a qual a produção deve lidar é a devida à sazonalidade. A sazonalidade afeta muitos tipos diferentes de operações produtivas e pode ser causada por fatores climáticos, econômicos, sociais, políticos e festivos. Algumas operações também apresentam flutuações de demanda do tipo sazonal de ciclo mais curto, da ordem de um mês, uma semana ou mesmo em base horária.
- Há muitas formas de medição de capacidade, mas a maior parte das organizações adota uma medida de capacidade baseada em entradas para a operação, como o número de leitos disponíveis em um hospital ou o número de litros de cerveja fermentada por semana em uma cervejaria.
- O segundo passo do planejamento e controle de capacidade é identificar as estratégias para lidar com a flutuação da demanda. Há três estratégias puras:

- ignorar as flutuações e manter os níveis de atividade constantes (política de capacidade constante);
 - ajustar a capacidade para refletir as flutuações da demanda (política de acompanhamento da demanda);
 - tentar alterar a demanda para ajustá-la à capacidade disponível (gestão da demanda).
- Todas estas estratégias puras têm custos associados. A maior parte das organizações adota uma combinação das três para conseguir um equilíbrio adequado entre os custos e o serviço ao cliente.
- O terceiro passo no planejamento e controle de capacidade é decidir qual das abordagens de planejamento de capacidade é adequada. Duas técnicas são úteis nesta tarefa. São:
- representações acumuladas, que permitem comparar a demanda e a capacidade quanto à viabilidade;

Questões para discussão

1. Explique o que significa planejamento e controle de capacidade e descreva as consequências de uma restrição de capacidade em uma das micro-operações de uma organização de sua escolha.
2. Discuta as consequências de ter falta ou excesso de capacidade para as seguintes operações:
 - uma rede nacional de ferrovias;
 - uma sala de leitura;
 - um equipamento de prensagem de uvas em um vinhedo.
3. Discuta com um gerente de produção as tendências da demanda para os produtos ou serviços da sua organização, cobrindo o longo, médio e curto prazos. Descubra os períodos para os quais o gerente faz ou usa previsões e os problemas resultantes de quaisquer imprecisões nessas previsões.
4. Identifique diversas formas pelas quais as seguintes organizações podem medir sua capacidade (discuta os méritos relativos de cada uma e sugira a que você acha que cada organização usará):
 - uma empresa de ônibus urbanos;
 - um dentista;
 - uma empresa de manutenção de elevadores;
 - um encanador por jobbing.
5. Explique como a utilização pode ser medida nas operações abaixo e discuta os méritos relativos do uso de utilização e eficiência como medidas de desempenho de operações:
 - um consultório de um médico;
 - uma aula na universidade;
 - um fabricante de sorvetes.
6. Qual você acha que seria a estratégia principal de capacidade e como poderia ser implementada, para as seguintes organizações.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE ESTOQUE

- uma universidade;
uma ala de pronto-socorro em um hospital;
um fabricante de discos compactos (CDs);
(Explique as razões para sua escolha.)
7. O gerente de um hotel em uma ilha popular grega de veraneio está preocupado que seu hotel está completo entre março e setembro, está cerca de 80% ocupado em fevereiro, março e dezembro e cerca de 30% ocupado durante os outros meses. Discuta formas pelas quais poderia tentar alterar para 100% de ocupação durante todo o ano.

Leituras complementares selecionadas

- BLEUEL, W. H. Management science's impact on service strategy. *Interfaces*, v. 6, nº 1, 1975.
- BUXEY, G. Production planning and scheduling for seasonal demand. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 7, 1993.
- CHAIKEN, J. M., LARSON, R. C. Methods for allocating urban emergency units survey. *Management Science*, v. 19, nº 4, 1972.
- COKER, J. L. Analysing production switching heuristics for aggregate planning models via an application. *Production and Inventory Management*, 4º trim., 1985.
- FITZSIMMONDS, J. A., FITZSIMMONDS, M. J. *Service management for competitive advantage*. McGraw-Hill, 1994.
- GALLAGHER, G. R. How to develop a realistic master schedule. *Management Review*, Abr. 1980.
- GRASSMAN, W. K. Finding the right number of servers in real-world queueing systems. *Interface*, v. 8, nº 2, 1988.
- HOLT, C., MODIGLIANI, C. E., SIMON, H. A linear decision rule for production and employment scheduling. *Management Science*, v. 2, nº 2, 1955.
- LEE, S. M., MOORE, L. J. A practical approach to production scheduling. *Production and Inventory Management*, 1º trim., 1974.
- LEE, W. B., KHUMWALA, B. M. Simulation testing of aggregate production planning models in an implementation methodology. *Management Science*, v. 20, nº 6, 1974.
- MANGIAMELI, P., KRAJEWSKI, L. The effects of work force strategies on manufacturing operations. *Journal of Operations Management*, v. 3, nº 4, 1983.
- MAPES, J. The effect of capacity limitations on safety stock. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 10, 1993.
- NORTHCRAFT, G. B., CHASE, R. B. Managing service demand at the point of delivery. *Academy of Management Review*, v. 10, Jan. 1985.
- ROTHSTEIN, M. Operations research and the airline overbooking problem. *Operations Research*, v. 33, 1985.
- SASSER, W. E. Match supply and demand in service industries. *Harvard Business Review*, v. 54, Nov./Dec., 1976.
- VOLMAN, T. E., BERRY, W. L., WHYBARK, D. C. *Manufacturing planning and control systems*. Irwin, 1988.

INTRODUÇÃO

Os gerentes de produção usualmente têm uma atitude ambivalente em relação a estoques. Por uma lado, eles são custosos e algumas vezes empalam considerável quantidade de capital. Também são arriscados porque itens mantidos em estoque podem deteriorar, tornar-se obsoletos ou apenas perder-se e, além disso, ocupam espaço valioso na produção. Por outro lado, proporcionam alguma segurança em um ambiente complexo e incerto. Sabendo disso, mantêm-se itens em estoque, para o caso de consumidores ou programas de produção os demandarem; são uma garantia reforçante contra o inesperado. Certamente quando um cliente procura um fornecedor concorrente só porque um item está em falta no estoque, ou quando um grande projeto está parado esperando somente por uma pequena peça, o valor dos estoques parece inquestionável. Este é o dilema do gerenciamento de estoque: apesar dos custos e de outras desvantagens associadas à manutenção de estoques, eles de fato facilitam a acomodação entre fornecimento e demanda. De fato, existem somente porque o fornecimento e a demanda não estão em harmonia um com o outro (veja Figura 12.1).

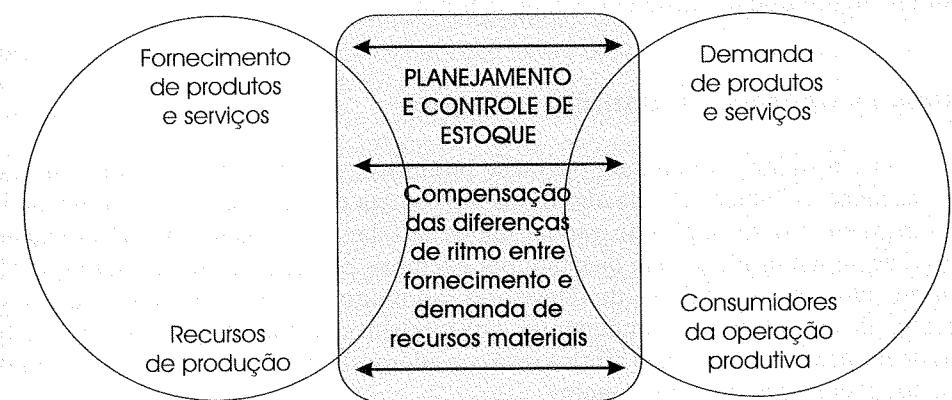


Figura 12.1 Uma definição de planejamento e controle de estoque.

OBJETIVOS

Este capítulo examinará:

- o papel, a posição e os tipos de estoques na produção;
- a decisão de quantidade de pedido e os custos de estoques;
- abordagens de tipo lote econômico de compra (LEC) ou lote econômico (LE) e as críticas ao LEC;
- a decisão do instante de pedido de reabastecimento para sistemas de revisão periódica e contínua;
- decisões de controle de estoque, classificações de estoques, medidas de estoque e sistemas de controle de estoque.

Que é estoque?

Estoque é definido aqui como a *acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação*. Algumas vezes, estoque também é usado para descrever qualquer recurso armazenado. Assim, um banco teria um “estoque” de pessoal, um “estoque” de caixas eletrônicos (ATMs – *automatic teller machines*), mesmo um “estoque” de agências de varejo. Todavia, apesar desses recursos de transformação serem tecnicamente considerados “estoques”, porque não são obtidos sempre que um consumidor faz uma solicitação ao banco, eles não são o que normalmente se quer dizer com o termo *estoque*. Normalmente, usamos o termo para nos referirmos a *recursos de entrada transformados*. Assim, uma empresa de manufatura manterá estoques de materiais, um escritório de assessoria tributária manterá estoques de informações e um parque temático manterá estoques de consumidores (quando são consumidores que estão sendo processados, nós nos referimos a “estoques” deles como “filas” – a idéia é a mesma, mas “filas” é considerado um termo mais delicado).

Neste capítulo, vamos lidar particularmente com estoques de materiais. Os estoques de consumidores serão tratados no Capítulo 11. Todavia, isso não implica que este capítulo é somente relevante para o exame de operações predominantemente de processamento de material, como as operações de manufatura. Todas as operações mantêm algum tipo de estoque físico de material.

Todas as operações mantêm estoques

Se você andar por qualquer operação produtiva, verá diversos tipos de materiais armazenados. A Tabela 12.1 dá alguns exemplos para diversas operações. Todavia, há diferenças entre os exemplos de estoque dados na Tabela 12.1. Alguns são relativamente triviais para a produção em questão: por exemplo, os materiais de limpeza que são armazenados em uma fábrica de televisores são muito menos importantes do que os estoques de aço, plástico e componentes, que também são mantidos. O valor dos materiais de limpeza mantidos pela fábrica será consideravelmente menor do que o valor do aço, dos plásticos e dos componentes.

Tabela 12.1 Exemplos de estoques mantidos em operações.

Operação	Exemplos de estoque mantidos em operações
Hotel	Itens de alimentação, itens de toalete, materiais de limpeza
Hospital	Gaze, instrumentos, sangue, alimentos, drogas, materiais de limpeza
Loja de varejo	Coisas a serem vendidas, materiais de embrulho
Armazém	Coisas armazenadas, materiais de embalagem
Distribuidor de autopeças	Autopeças em depósito principal, autopeças em pontos de distribuição locais
Manufatura de televisor	Componentes, matéria-prima, semi-acabados, televisores acabados, materiais de limpeza
Metais preciosos	Materiais (ouro, platina etc.) esperando serem processados, material completamente refinado

O valor de estoques

Talvez a mais óbvia diferença entre as operações na Tabela 12.1 é o valor dos estoques que elas mantêm. Em algumas, o valor dos estoques é relativamente pequeno, comparado com os custos dos insumos totais da operação. Em outras, ele será muito mais alto, especialmente onde armazenagem é o principal propósito da operação. Neste exemplo, o valor dos bens mantidos no armazém é provavelmente muito alto, comparado com seus gastos do dia-a-dia em coisas como custos de mão-de-obra, de locação e operacionais. Algumas vezes, o valor dos estoques pode ser tão alto que não é nem mesmo incluído nos demonstrativos financeiros gerais da organização; isso seria verdade, por exemplo, em refinarias de metais preciosos.

A diferença no valor dos estoques em várias organizações é ilustrada na Tabela 12.2.¹

Por que existe estoque?

Não importa o que está sendo armazenado como estoque, ou onde ele está posicionado na operação; ele existirá porque existe uma diferença de ritmo ou de taxa entre fornecimento e demanda. Se o fornecimento de qualquer item ocorresse exatamente quando fosse demandado, o item nunca seria estocado. Uma analogia comum é a do tanque de água mostrado na Figura 12.2. Se, no tempo, a taxa de fornecimento de água ao tanque difere da taxa de demanda, um tanque de água (estoque) será necessário, se é pretendido que o fornecimento seja mantido. (Mais genericamente, usamos os símbolos dos gráficos de processo, que também é mostrado na Figura 12.2.) quando a taxa de fornecimento excede a taxa de demanda, o estoque aumenta; quando a taxa de demanda excede a taxa de fornecimento o estoque diminui. O ponto óbvio a ressaltar é que se uma operação pode fazer esforços para casar as taxas de fornecimento e de

1. **Fontes:** demonstrativos de empresas (*Company accounts*) (1992/1993).

Tabela 12.2 Estoque e vendas em empresas selecionadas.

Empresa	País	Negócio	Estoque (em milhões)	Vendas (em milhões)	Estoque/ Vendas
Atlas Copco	Suécia	Construção e mineração	SEK 4.425	SEK 16.007	0,28
British Gas Sandoz	Reino Unido Suíça	Gás natural Produtos farmacêuticos	£593 SFr. 3.027	£10.254 SFr. 14.416	0,058 0,21
Essilor BP Elf Reebok BMW Carnauld	França Reino Unido França EUA Alemanha França	Produtos oftálmicos Petróleo Produtos químicos Roupas esportivas Veículos Embalagens de metal	US\$ 281 £3.379 FFr. 22.107 US\$ 434 DM 3.140 FFr. 3.534	US\$ 1.018 £33.250 FFr. 36.288 US\$ 3.022 DM 31.241 FFr. 24.830	0,27 0,1 0,61 0,14 0,1 0,14
Metalbox Stena Line Carlsberg PSA Peugeot-Citroën Eurocopter	Suécia Dinamarca França França	Transporte por navio Cervejaria Veículos Helicópteros	SEK 152 DKK 1.646 FFr. 27.000 FFr. 10.210	SEK 7.979 DKK 14.957 FFr. 155.431 FFr. 11.600	0,019 0,11 0,17 0,88

demanda, acontecerá uma redução em seus níveis de estoque. Este ponto importante é a base da abordagem *just in time* para estoque, que vamos explorar em mais detalhes no Capítulo 15.

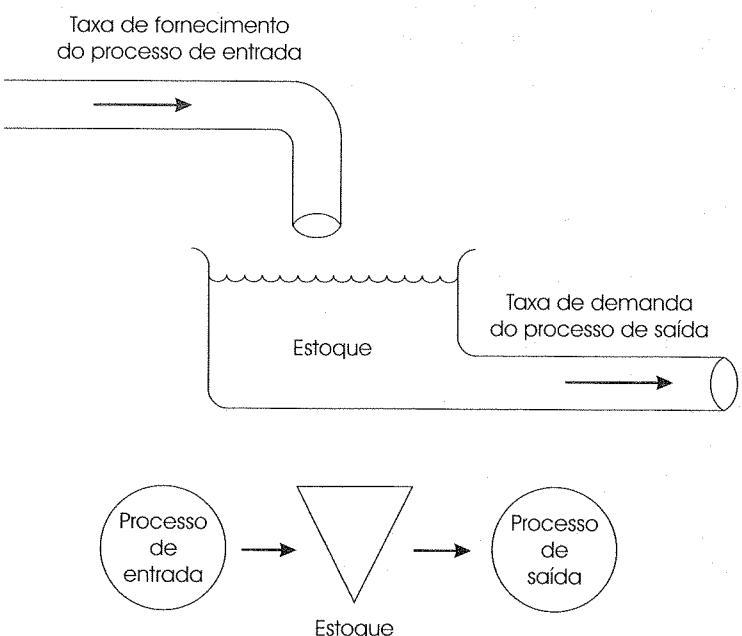


Figura 12.2 O estoque é criado para compensar diferenças de ritmo entre fornecimento e demanda.

Tipos de estoque²

As várias razões para o desequilíbrio entre a taxa de fornecimento e de demanda em diferentes pontos de qualquer operação levam a diferentes tipos de estoque. Há quatro tipos de estoque: estoque isolador, estoque de ciclo, estoque de antecipação e estoque de canal.

ESTOQUE ISOLADOR

O estoque isolador também é chamado de estoque de segurança. Seu propósito é compensar as incertezas inerentes a fornecimento e demanda. Por exemplo, uma operação de varejo nunca pode prever a demanda perfeitamente, mesmo quando tenha boa idéia de qual o mais provável nível de demanda. Ela vai encomendar bens de seus fornecedores de modo que sempre haja certa quantidade da maioria dos itens em estoque.

ESTOQUE DE CICLO

O estoque de ciclo ocorre porque um ou mais estágios na operação não podem fornecer todos os itens que produzem simultaneamente. Por exemplo, suponhamos um padaria que faz três tipos de pães, todos igualmente populares entre seus consumidores. Devido à natureza dos processos de misturar e assar, somente um tipo de pão pode ser produzido por vez. O padeiro teria que produzir cada tipo de pão em fornadas (ou "lotes", como algumas vezes são conhecidos), como mostra a Figura 12.3. As fornadas devem ser grandes o bastante para satisfazer a demanda de cada tipo de pão entre os momentos em que cada fornada está pronta para venda. Portanto, mesmo quando a demanda seja estabelecida e previsível, como na Figura 12.3, haverá sempre algum estoque para compensar o fornecimento irregular de cada tipo de pão.

ESTOQUE DE ANTECIPAÇÃO

Nós já vimos como o estoque de antecipação pode ser usado no Capítulo 11. Novamente, ele foi usado para compensar diferenças de ritmo de fornecimento e demanda. Em um dos exemplos do Capítulo 11, em vez de fazer chocolate somente quando era necessário, ele foi produzido ao longo do ano à frente da demanda e colocado em estoque até que fosse necessário.

ESTOQUES NO CANAL (DE DISTRIBUIÇÃO)

Estoques no canal existem porque o material não pode ser transportado instantaneamente entre o ponto de fornecimento e o ponto de demanda. Se uma loja de varejo encomenda itens em consignação de um de seus fornecedores, o fornecedor vai alocar estoque para a loja de varejo em seu próprio armazém, embalá-lo, carregá-lo em seus caminhões, transportá-lo para seu destino, e descarregá-lo no estoque do varejista. Desde o momento em que o estoque é alocado (e, portanto, está indisponível para

2. Há diversas formas diferentes de classificar estoques. Esta provavelmente é a mais direta.

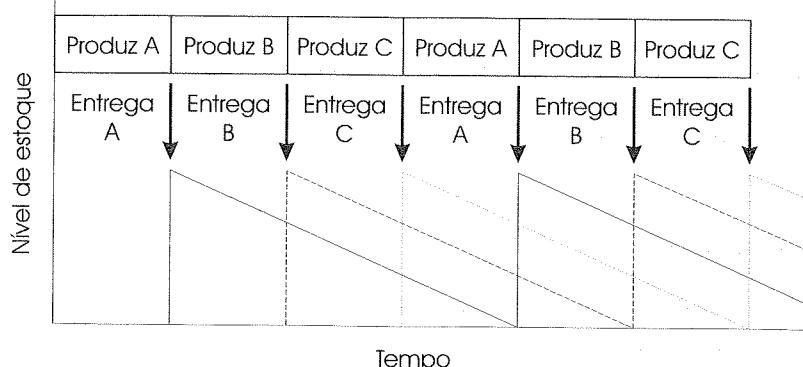


Figura 12.3 Estoque de ciclo em uma padaria.

qualquer outro consumidor), até o momento em que se torna disponível para a loja de varejo, ele é dito *no canal de distribuição*. Todo estoque, portanto, em trânsito, é estoque no canal.

Posição do estoque

Não somente há diversas razões para o desequilíbrio entre fornecimento e demanda; poderia também haver diversos pontos nos quais esse desequilíbrio poderia existir entre diferentes estágios na produção. A Figura 12.4 ilustra diferentes níveis de complexidade de relacionamentos de estoque dentro de uma operação. Talvez o nível mais simples seja o sistema de estoque de estágio simples, como na loja de varejo, que somente tem um estoque de bens para gerenciar. Uma operação de distribuição de auto-peças terá um depósito central, que contém estoque, e vários pontos de distribuição locais, que também contêm estoques dos mesmos itens. Numa fábrica de televisores, como em muitas produções de itens padronizados, há três tipos de estoque. Os *estoques de componentes e matérias-primas* (algumas vezes chamados de estoques de insumos) recebem bens dos fornecedores da operação; as matérias primas e os componentes percorrem seu caminho ao longo dos vários do processo de produção, mas passam tempo considerável como *material em processo (WIP – work in progress)* antes de finalmente atingir o *estoque de produtos acabados*. Este é o sistema de multiestágios.

Decisões de estoque

Em cada ponto no sistema de estoque (de qualquer tipo: estágio singular, dois estágios, ou multiestágios) os gerentes de produção precisam gerir as tarefas do dia-a-dia dos sistemas. Pedidos de itens de estoque serão recebidos dos consumidores internos e externos; os itens serão despachados e a demanda vai gradualmente exaurir o estoque. Serão necessárias colocações de pedidos para reposição de estoques, entregas vão chegar e requerer armazenamento. No gerenciamento do sistema, os gerentes de produção estão envolvidos em três principais tipos de decisões:

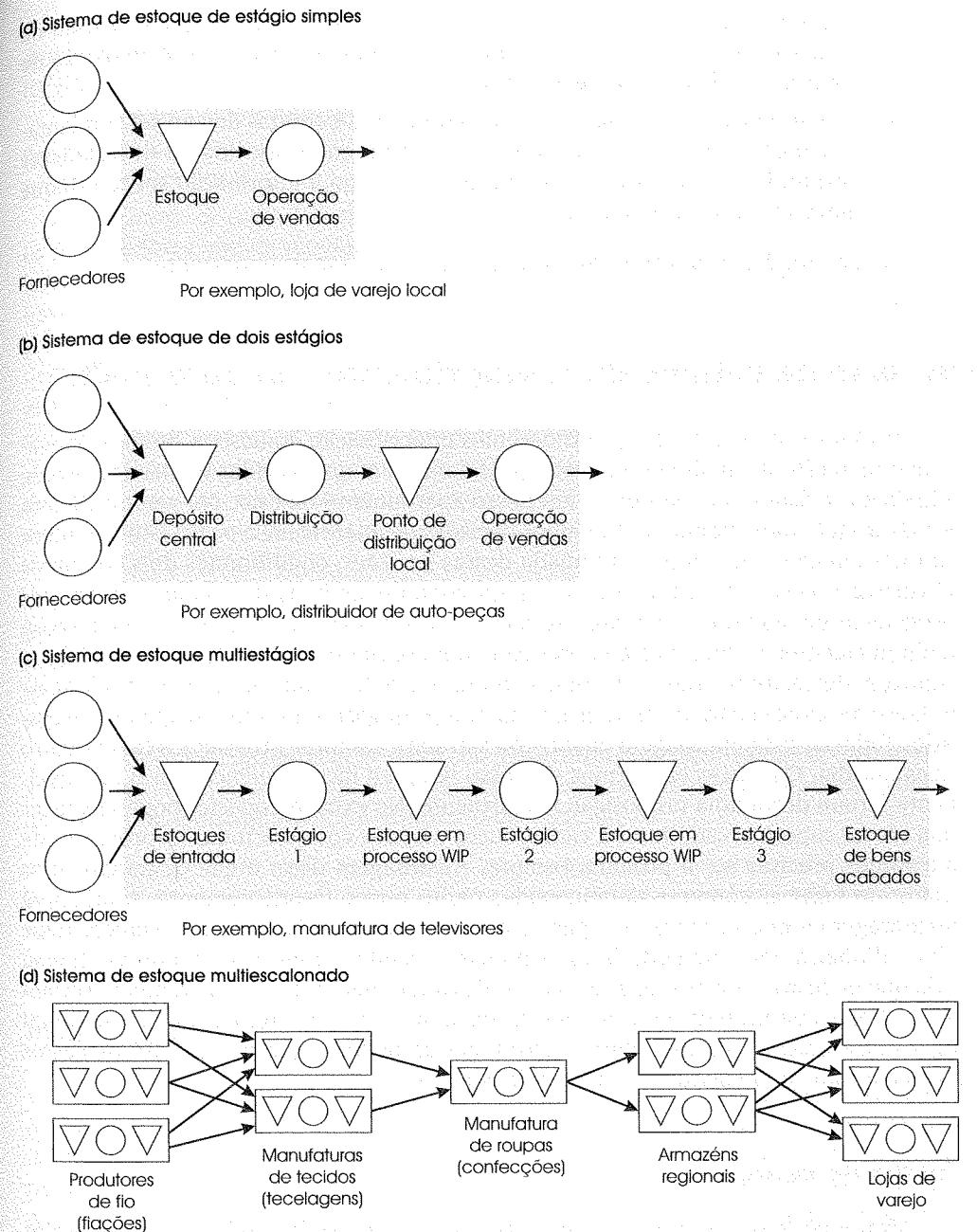


Figura 12.4 Sistemas de estoque (a) de estágio simples, (b) de dois estágios, (c) de multiestágios, (d) multiescalonado.

- *Quanto pedir.* Cada vez que um pedido de reabastecimento é colocado, de que tamanho ele deve ser? (Algumas vezes, isso é chamado de *decisão de volume de ressuprimento*.)

- *Quando pedir.* Em que momento, ou em que nível de estoque o pedido de reabastecimento deveria ser colocado? (Algumas vezes, isso é chamado de *decisão de momento de reposição*)
- *Como controlar o sistema.* Que procedimentos e rotinas devem ser implantados para ajudar a tomar essas decisões? Diferentes prioridades deveriam ser atribuídas a diferentes itens do estoque? Como a informação sobre estoque deveria ser armazenada?

O restante deste capítulo trata dessas três decisões mais importantes.

Decisão de volume de ressuprimento – quanto pedir

Para ilustrar essa decisão, consideremos uma situação doméstica simples. Provavelmente, o estoque mais comum com que lidamos em nossas vidas domésticas é o de comida e provisões que mantemos em nosso apartamento ou casa. No gerenciamento desse estoque, implicitamente tomamos decisões de *quantidade a pedir*, isto é, quanto comprar em cada momento. Na tomada dessas decisões, equilibraremos dois conjuntos de custos: o custo associado com sair para comprar os itens de comida e os custos associados com a manutenção dos estoques. Uma opção seria manter muito pouco ou nenhum estoque de comida e comprar cada item somente quando fosse necessário. A vantagem dessa abordagem é que nunca teríamos que levantar a grande quantidade de dinheiro necessária para fazer as principais compras, gastando somente quando necessário. Todavia, essa abordagem envolveria sair para comprar provisões três ou quatro vezes por dia. Os custos em termos de nosso tempo e inconveniência geral provavelmente fariam desta uma proposição não atraente. No extremo oposto, podemos fazer uma ida ao supermercado local a cada poucos meses e comprar todas as provisões de que vamos precisar até a próxima compra. A vantagem disso é que os tempos e os custos em fazer as compras são incorridos muito pouco freqüentemente. A principal desvantagem é que teríamos que gastar muito dinheiro cada vez que a viagem fosse feita – dinheiro esse que poderia estar no banco rendendo juros. Outra desvantagem seria que os custos de armazenar essas grandes quantidades de comida também seriam altos. Temos que investir em armários extras e num *freezer* muito grande. Em algum lugar entre esses extremos estará a estratégia de pedidos que minimizará os custos totais e o esforço envolvido na compra de comida.

Custos de estoque

Exatamente os mesmos princípios da situação doméstica aplicam-se às decisões de pedidos comerciais. Na tomada de decisão de quanto comprar, os gerentes de produção primeiro tentam identificar os custos que serão afetados por sua decisão. Alguns custos são relevantes.

1 Custo de colocação do pedido. Cada vez que um pedido é colocado para reabastecer estoque, são necessárias algumas transações que incorrem em custos para a empresa. Essas incluem as tarefas de escritório de preparo do pedido e de toda a documentação associada com isso, o arranjo para que se faça a entrega, o arranjo de pagar o fornecedor pela entrega e os custos gerais de manter todas as informações para fazer isso.

2 Custos de desconto de preços. Em muitas indústrias, os fornecedores oferecem descontos sobre o preço normal de compra para grandes quantidades; alternativamente, eles podem impor custos extras para pequenos pedidos.

3 Custos de falta de estoque. Se errarmos na decisão de quantidade de pedido e ficarmos sem estoque, haverá custos incorridos por nós, pela falha no fornecimento a nossos consumidores.

4 Custos de capital de giro. Logo que colocamos um pedido de reabastecimento, os fornecedores vão demandar pagamento por seus bens. Quando fornecermos para nossos próprios consumidores, vamos, por nossa vez, demandar pagamento. Todavia, haverá provavelmente um lapso de tempo entre pagar nossos fornecedores e receber pagamento de nossos consumidores. Durante esse tempo, temos que ter os fundos para os custos de manter os estoques. Isso é chamado *capital de giro*, de que precisamos para girar o estoque. Os custos associados a ele são os juros, que pagamos ao banco por empréstimos, ou os custos de oportunidade, de não reinvestirmos em outros lugares.

5 Custos de armazenagem. Estes são os custos associados à armazenagem física dos bens. Locação, climatização e iluminação do armazém podem ser caros, especialmente quando são requeridas condições especiais, como baixa temperatura ou armazenagem de alta segurança.

6 Custos de obsolescência. Se escolhemos uma política de pedidos que envolve pedidos de muito grandes quantidades, o que significará que os itens estocados permanecerão longo tempo armazenados, existe o risco de que esses itens possam tornar-se obsoletos (no caso de uma mudança na moda, por exemplo) ou deteriorar-se com a idade (no caso da maioria dos alimentos, por exemplo).

7 Custos de ineficiência de produção. De acordo com as filosofias do *just in time*, altos níveis de estoque nos impedem de ver a completa extensão de problemas dentro da produção. Este argumento é explorado no Capítulo 15.

Podemos dividir todos esses custos associados com estoques em dois grupos. As primeiras três categorias são custos que usualmente decrescem à medida que o tamanho do pedido é aumentado. As outras categorias de custos usualmente crescem à medida que o tamanho do pedido é aumentado.

PERFIS DE ESTOQUE

Um perfil de estoque é uma representação visual do nível de estoque ao longo do tempo. A Figura 12.5 mostra um perfil de estoque simplificado para um item particular de estoque em uma operação de varejo. Sempre que um pedido é colocado, Q itens são pedidos. O pedido de reabastecimento chega em um lote instantaneamente. A demanda do item é, então, fixa e perfeitamente previsível à taxa de D unidades por mês. Quando a demanda acabou com o estoque de itens, outro pedido de Q itens chega instantaneamente e assim por diante. Sob essas circunstâncias:

$$\text{O estoque médio} = \frac{Q}{2} \text{ (porque as duas áreas sombreadas na Figura 12.5 são iguais)}$$

$$\text{O intervalo de tempo entre entregas} = \frac{Q}{D}$$

$$\text{A freqüência de entregas} = \text{ao recíproco do intervalo de tempo} = \frac{D}{Q}$$

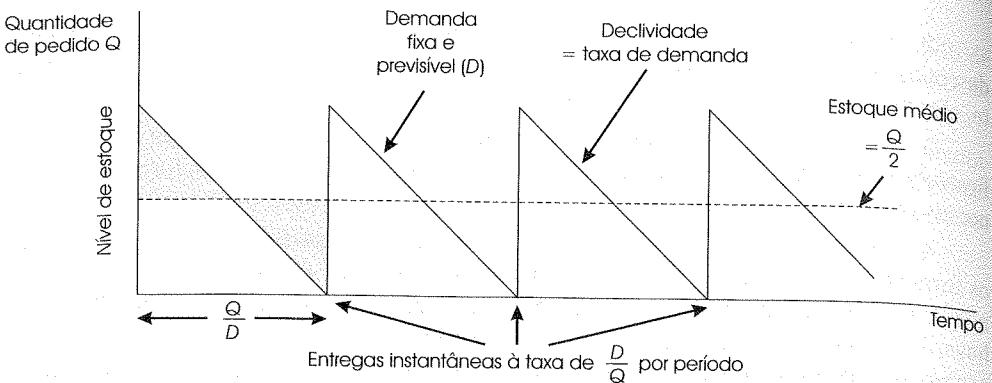


Figura 12.5 Perfis de estoque ilustram a variação nos níveis de estoque.

Fórmula do lote econômico de compra

A abordagem mais comum para decidir quanto de um particular item pedir, quando o estoque precisa de reabastecimento, é chamada abordagem do lote econômico de compra. Essencialmente, essa abordagem tenta encontrar o melhor equilíbrio entre as vantagens e as desvantagens de manter estoque. Por exemplo, a Figura 12.6 mostra duas políticas de quantidade de pedido alternativas para um item. O Plano A, representado pela linha contínua, envolve pedidos em quantidades de 400 por vez. A demanda neste caso ocorre a uma taxa de 1.000 unidades por ano. O Plano B, representado pela linha pontilhada, considera pedidos de reabastecimento menores, mas mais freqüentes. Dessa vez, somente 100 são pedidos por vez, com pedidos sendo colocados com freqüência quatro vezes maior. Todavia, o estoque médio para o plano B é um quarto do plano A.

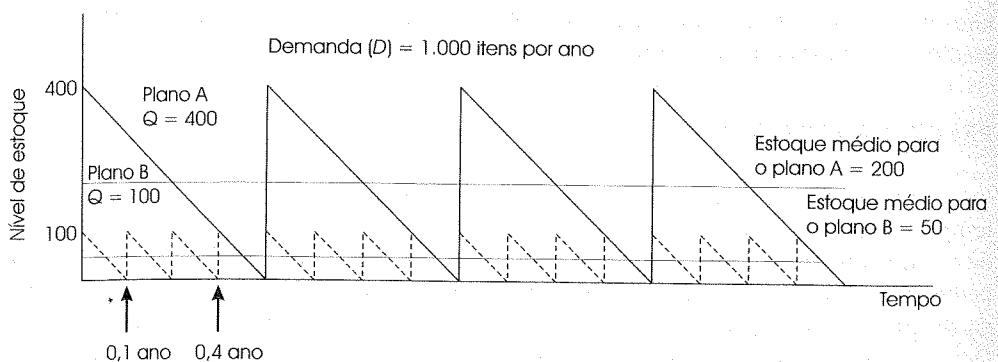


Figura 12.6 Dois planos alternativos de estoque com diferentes quantidades de pedido.

Para descobrir se qualquer um desses planos, ou se outro plano, minimiza os custos totais de estocagem do item, precisamos de mais informações: o custo total de manutenção de uma unidade em estoque por um período de tempo (C_e) e os custos totais de colocação de um pedido (C_p). Genericamente, custos de manutenção de estoques são levados em conta incluindo:

- custos de capital empatado;
- custos de armazenagem;
- custos do risco de obsolescência.

Os custos de pedido são calculados levando-se em conta:

- custos de colocação do pedido (incluindo transporte de itens dos fornecedores, se relevante);
- custos de descontos no preço.

Neste caso, o custo de manutenção de estoque é R\$ 1 por item por ano e o custo de colocação de um pedido é de R\$ 20 por pedido.

Podemos agora calcular os custos totais de manutenção e os custos de pedido para qualquer plano de pedido particular, como segue.

$$\text{Custos de manutenção} = \text{Custo de manutenção/unidade} \times \text{estoque médio}$$

$$= C_e \times \frac{Q}{2}$$

$$\text{Custos de pedido} = \text{Custo de pedido} \times \text{número de pedidos por período}$$

$$= C_p \times \frac{D}{Q}$$

$$\text{Assim, custo total, } C_t = \frac{C_e Q}{2} + \frac{C_p D}{Q}$$

Podemos agora calcular os custos de adotar planos com diferentes quantidades de pedido. Estes são ilustrados na Tabela 12.3. Como esperávamos, com baixos valores de Q , os custos de manutenção de estoque são baixos, mas os custos de colocação de pedidos são altos, porque os pedidos têm que ser colocados muito freqüentemente. À medida que Q cresce, os custos de manutenção de estoque crescem, mas o custo de colocação de pedidos decresce. Inicialmente, os decréscimos nos custos de pedidos são maiores do que os aumentos nos custos de manutenção, e o custo total cai. Depois de um ponto, todavia, o decréscimo nos custos de pedidos é mais lento, enquanto o crescimento dos custos de manutenção permanece constante e o custo total começa a crescer. Neste caso, a quantidade de pedidos Q , que minimiza a soma dos custos de manutenção e de pedido, é 200. Esta quantidade de pedidos “ótima” é chamada *quantidade econômica de pedido* (lote econômico de compra). Graficamente, isso é ilustrado na Figura 12.7.

Tabela 12.3 Custos de adoção de planos com diferentes quantidades de pedidos.

Demand (D) = 1.000 unidades por ano

Custos de manutenção (C_e) = £1 por item por ano

Custos de pedido (C_p) = £20 por pedido

Quantidades de pedidos (Q)	Custos de manutenção ($0,5Q \times C_e$)	Custos de pedidos ($(D/Q) \times C_p$)	Custo total
50	25	$20 \times 20 = 400$	425
100	50	$10 \times 20 = 200$	250
150	75	$6,7 \times 20 = 134$	209
200	100	$5 \times 20 = 100$	200*
250	125	$4 \times 20 = 80$	205
300	150	$3,3 \times 20 = 66$	216
350	175	$2,9 \times 20 = 58$	233
400	200	$2,5 \times 20 = 50$	250

* Custo mínimo total.

Um método mais elegante de encontrar LEC é derivar sua expressão geral. Isso pode ser feito usando cálculo diferencial simples, como segue. Como antes:

$$\text{Custo total} = \text{Custo de manutenção} + \text{custo de pedido}$$

$$C_t = \frac{C_e Q}{2} + \frac{C_p D}{Q}$$

A taxa de mudança dos custos totais é dada pela primeira derivada de C_t com relação a Q

$$\frac{dC_t}{dQ} = \frac{C_e}{2} - \frac{C_p D}{Q^2}$$

O ponto de custo mais baixo ocorrerá quando $\frac{dC_t}{dQ} = 0$

Isto é:

$$0 = \frac{C_e}{2} - \frac{C_p D}{Q_0^2}$$

onde $Q_0 = \text{LEC}$

Rearranjando essa expressão, vem:

$$Q_0 = \text{LEC} = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_e}}$$

Quando usando o LEC:

$$\text{Tempo entre pedidos} = \frac{\text{LEC}}{D}$$

$$\text{Frequência de pedidos} = \frac{D}{\text{LEC}} \text{ por período}$$

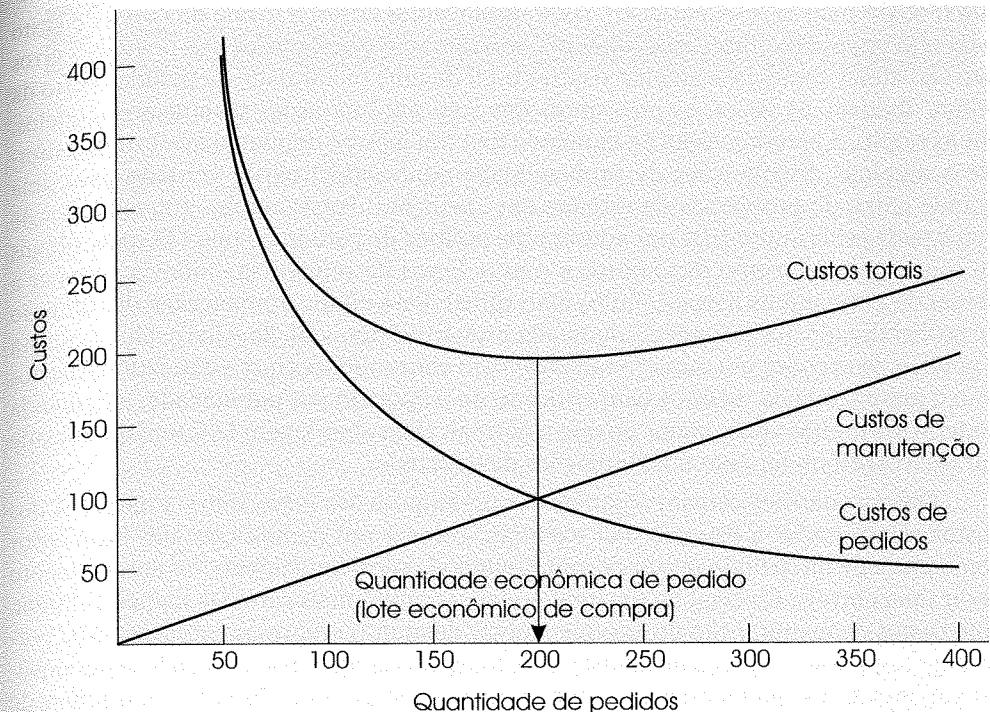


Figura 12.7 Representação gráfica da quantidade econômica de pedido.

Crítica da abordagem do LEC³

A abordagem para determinação da quantidade de pedido que envolve otimização de custos de manutenção de estoque contra custos de pedido de estoque, tipificada pelos modelos LEC e LEP, tem sempre sido sujeita a críticas. Originalmente, elas se preocupavam com a validade de algumas das pressuposições do modelo; mais recentemente, têm envolvido a razão subliminar da abordagem em si. Vamos examinar três classes de críticas relativas a:

- pressuposições incluídas nos modelos;
- custos reais de estoque em operações;
- uso dos modelos como instrumentos prescritivos.

PRESSUPOSIÇÕES DOS MODELOS

Para manter os modelos do tipo LEC relativamente simples foi necessário fazer pressuposições relativas a, por exemplo, estabilidade de demanda, existência de um custo de pedido fixo e identificável, custo de manutenção de estoque, que pode ser expresso por uma função linear, custos de falta que eram identificáveis etc. Embora nenhuma dessas pressuposições seja estritamente verdade, a maioria delas pode apro-

3. Para maior discussão sobre as limitações do LEC, veja SCHONBERGER, R. J., KNOD, E. M. *Operations management: continuous improvement*. 5. ed. Irwin, 1994.

ximar-se da realidade. Além disso, como destacamos antes, a forma da curva de custo total tem um ponto ótimo relativamente horizontal, o que significa que pequenos erros não vão afetar significativamente o custo total de uma quantidade de pedidos perto da ótima. Todavia, às vezes, as pressuposições colocam limitações severas aos modelos. Por exemplo, a pressuposição de demanda fixa (ou mesmo demanda que esteja conforme a algumas distribuições de probabilidade conhecidas) não é verdade para uma grande gama de problemas de estoque em operações. Por exemplo, um vendedor de livros pode estar muito feliz por adotar uma política de pedido do tipo LEC para alguns de seus produtos, como dicionários e outros livros de referência. Todavia, estimar a demanda para alguns livros é muito mais difícil. Para alguns romances, a distribuição de probabilidade que descreve a demanda provável é bimodal. Se o livro não conquista o público, vai vender um número razoável para consumidores que estão familiarizados com o autor; todavia, se ele é bem criticado ou é apoiado por publicidade, a demanda poderia ser muitas vezes maior do que a normal. Uma abordagem LEC tem dificuldade para se corresponder com tais flutuações de demanda.

Outras questões cercam algumas das pressuposições feitas sobre a natureza dos custos relacionados a estoque. Por exemplo, colocar um pedido com um fornecedor como parte de um pedido regular e multiitem pode ser relativamente barato, enquanto pedir uma entrega especial de um item poder ser muito mais caro. De maneira similar, com custos de manutenção de estoque, apesar de muitas empresas cobrarem uma percentagem-padrão no preço de aquisição de itens em estoque, isso pode não ser adequado em uma ampla gama de níveis de manutenção de estoque. Os custos marginais de aumentar os níveis de estoque podem ser meramente o custo do capital de giro envolvido. Por outro lado, podem representar a necessidade da construção ou aluguel de um novo armazém. Os gerentes de produção que usam uma abordagem do tipo LEC devem verificar se as decisões levadas pelo uso da fórmula não excedem os limites dentro dos quais se aplicam as pressuposições de custos.

USO DOS MODELOS LEC COMO PRESCRIÇÕES

Talvez a mais fundamental crítica da abordagem LEC novamente venha das filosofias japonesas inspiradas no JIT (*just in time*). A ênfase do LEC é tentar determinar custos representativos de pedidos e de manutenção de estoque e, então, otimizar decisões de pedidos à luz desses custos. Implicitamente, os custos são tomados como fixos, no sentido de que a tarefa dos gerentes de produção é descobrir quais são os verdadeiros custos, em vez de mudá-los. O LEC é essencialmente uma abordagem reativa. Alguns críticos diriam que ela falha em relação a fazer a pergunta certa. Em vez de fazer a questão do LEC “Qual é a quantidade de pedido ótima?”, os gerentes de produção deveriam realmente estar perguntando: “Como posso mudar a operação de modo a reduzir o nível total de estoques que é necessário manter na operação?” A abordagem LEC pode ser uma descrição razoável dos custos de manutenção de estoque, mas não deveria necessariamente ser tomada como uma prescrição estrita de quais decisões tomar.

DEVEMOS PEDIR NOVAMENTE? – A ABORDAGEM DA MARKS AND SPENCER⁴

Um caso especial de decisão de controle de estoque de “quanto pedir” é a decisão: “Devemos pedir algo mais?” Os varejistas, especialmente, precisam continuamente rever as linhas estocadas que mantêm nas prateleiras. Uma empresa conhecida por sua abordagem implacável das decisões de reestocagem é a Marks and Spencer (M&S), que é um dos varejistas de maior sucesso na Europa em termos de lucratividade de suas operações. A M&S tem uma filosofia simples: se vender, reestoque rapidamente e evite falta de estoques; se não vender, tire das prateleiras rapidamente e substitua por algo que venda bem. A abordagem da M&S é puramente pragmática e baseada em tentativa e erro, e muito pouco sentimental. Isso com frequência significa colocar uma nova linha nas prateleiras de uma loja-piloto e observar a reação do consumidor muito de perto. A loja mais frequentemente usada para essas tentativas é a Marble Arch, em Londres – com fama de ter o giro de estoque mais rápido do que de qualquer outra loja no mundo. Algumas vezes, é possível tomar decisões de reestoque em poucas horas – o que não é surpreendente quando o tempo de giro de estoque pode ser de uma semana.

Para decisões de controle de estoque mais rotineiras, a empresa usa um sistema de pedido de estoque automático que eles chamam Reabastecimento Assistido de Estoque (ASR – Assisted Stock Replenishment). Isso os auxilia a ter sempre o estoque certo de produtos têxteis na loja, no momento certo. O sistema, que está agora instalado na loja Marble Arch, leva em conta todos os bens passados na caixa registradora através do sistema de ponto de venda eletrônico e automaticamente gera um pedido de reabastecimento daquele item. O sistema antecipa pedidos para cada item, baseado nas vendas da semana anterior e nas entregas antecipadas. As vendas do dia atual são continuamente revistas e qualquer item extra requerido é entregue no dia seguinte. Os pedidos chegam à loja vindos do centro de distribuição em Neasden, na zona norte de Londres. Novos pedidos são, em geral, colocados antes das 8h30 e 85% deles chegará antes do fechamento do dia. O restante chega na manhã seguinte, antes da hora de abrir. O número de entregas de cada dia varia entre 14 e 24 dependendo do nível de movimento.

Na loja, as principais tarefas de controle de estoque são assegurar que todas as araras de roupas estão completas, que as etiquetas refletem as informações de vendas do mostruário e que tudo está arranjado esmerada e corretamente. Durante o dia, o supervisor de área observa os níveis de estoque e o fluxo de consumidores nas proximidades dos mostruários, para o caso de ser necessário fazer qualquer mudança na localização dos estoques. A loja tem uma política de não trazer estoques para o local de vendas durante as horas de atendimento ao público; mas, no caso de itens de rápida movimentação, isso pode, às vezes, ser inevitável.

4. **Fontes:** *The Economist*, 26 June 1993; HAROVITS, J., JURGENS-PANAK, M. *Total customer satisfaction*. FT-Pitman, 1992; e discussão com o pessoal da companhia.

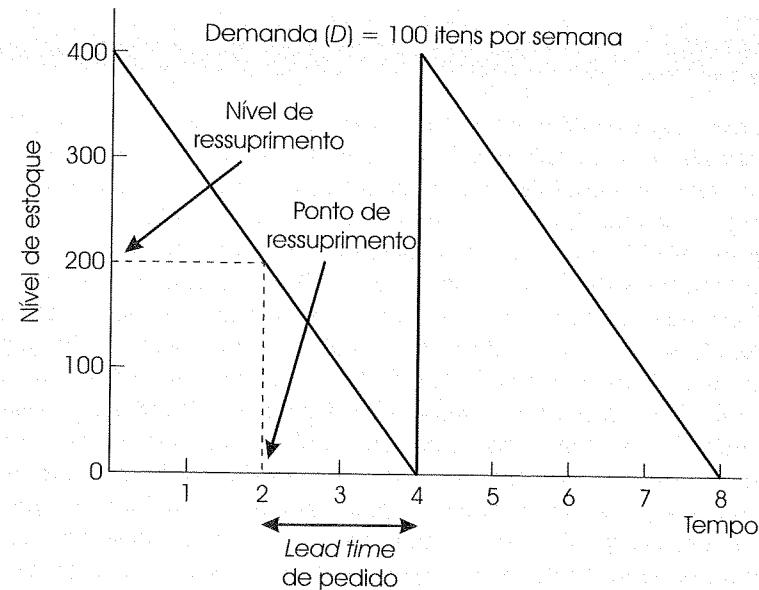


Figura 12.8 O nível de ressuprimento e o ponto de ressuprimento são derivados do lead time de pedido e da taxa de demanda.

Decisão sobre tempo – quando colocar um pedido

Quando assumimos que os pedidos chegavam instantaneamente e que a demanda era constante e previsível, a decisão de quando colocar um pedido de reabastecimento era evidente. Um pedido seria colocado logo que o nível de estoque atingisse zero. Ele chegaria instantaneamente e evitaria qualquer ocorrência de falta de estoque. Se os pedidos de reabastecimento não chegam instantaneamente, mas há um lapso entre o pedido sendo colocado e chegando no estoque, podemos calcular o momento de pedido de reabastecimento como mostrado na Figura 12.8. O *lead time* para um pedido chegar neste caso é de duas semanas, assim o ponto de ressuprimento é o ponto no qual o estoque vai cair para zero menos o *lead time* do pedido. Alternativamente, podemos definir o ponto em termos do nível que o estoque terá atingido quando um pedido de reabastecimento tiver que ser colocado. Neste caso, isso ocorre no nível de ressuprimento de 200 itens.

Todavia, isso presume que tanto a demanda como o *lead time* de pedido são perfeitamente previsíveis. Na maioria dos casos, é claro que isso não é assim. É provável que tanto a demanda como o *lead time* de pedido variem para produzir um perfil que se pareça com a Figura 12.9. Nessas circunstâncias, é necessário fazer pedidos de reabastecimento um pouco antes do que ocorreria no caso de uma situação puramente determinística. Isso resulta, em média, em algum estoque ainda presente quando os pedidos de reabastecimento chegam. Isso é estoque isolador ou estoque de segurança (s). Quanto mais cedo o pedido de reabastecimento for colocado, mais alto será o nível esperado de estoque de segurança (s) quando o pedido de reabastecimento chegar. Entretanto, devido à variabilidade tanto do *lead time* de pedido (t) como da taxa de demanda (d), algumas vezes haverá um estoque de segurança mais alto que a média e outras vezes haverá um mais baixo. A principal consideração no estabelecimento de

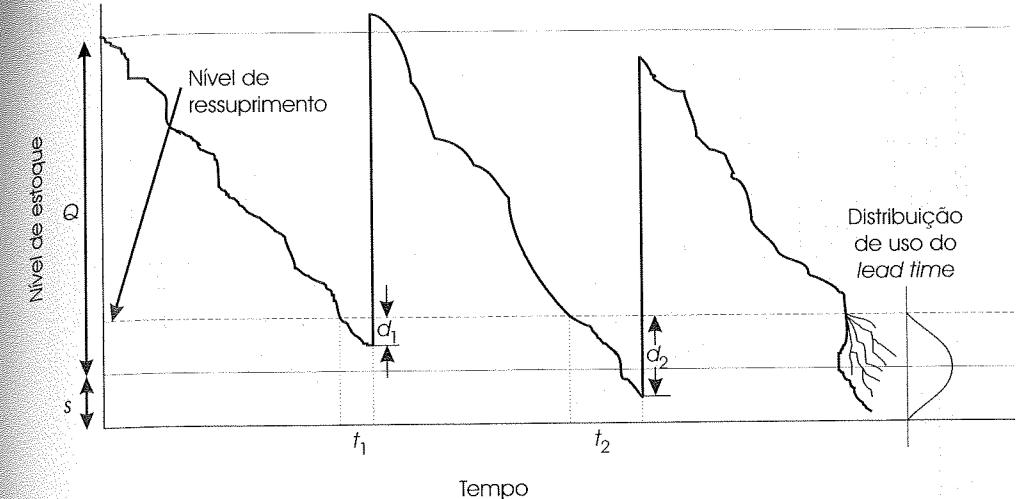


Figura 12.9 O estoque de segurança (s) ajuda a evitar faltas de estoque quando a demanda e/ou o lead time de pedido são incertos.

estoque de segurança não é tanto o nível médio de estoque quando um pedido de reabastecimento chega, mas que o estoque não vai faltar antes de chegar o pedido de reabastecimento.

A estatística-chave no cálculo de quanto estoque de segurança permitir é a distribuição de probabilidade que mostra o uso no *lead time*. A distribuição do “uso no *lead time*” é uma combinação de distribuições que descreve a variação do *lead time* e a taxa de demanda durante o *lead time*. Se o estoque de segurança é estabelecido abaixo do menor limite dessa distribuição, haverá faltas a cada ciclo de reabastecimento. Se o estoque de segurança é estabelecido acima do limite superior de distribuição, não há chance de faltas ocorrerem. Usualmente, o estoque de segurança é estabelecido para dar uma probabilidade predeterminada de que a falta de estoque não ocorrerá. A Figura 12.9 mostra que, neste caso, o primeiro pedido de reabastecimento chegou depois de t_1 , resultando em um uso no *lead time* de d_1 . O segundo pedido de reabastecimento levou mais tempo, t_2 , e a taxa de demanda também foi mais alta, resultando um uso no *lead time* de d_2 . O ciclo do terceiro pedido mostra diversos perfis de estoque possíveis para diferentes condições de uso no *lead time* e taxa de demanda.

Exemplo

Uma empresa que importa tênis de corrida para venda em lojas de esporte nunca pode estar certa de quanto tempo a entrega vai levar, depois de colocar um pedido. O exame de pedidos anteriores revela que um pedido em dez levou uma semana, dois levaram duas semanas, quatro levaram três semanas, dois levaram quatro semanas e um levou cinco semanas. A taxa de demanda para esses tênis varia entre 110 pares por semana e 140 pares por semana. Existe uma probabilidade de 0,2 ou de 20% de a taxa de demanda estar entre 110 e 140 pares por semana e 0,3 ou de 30% de chance de a demanda ser de 120 ou 130 pares por semana. A empresa precisa decidir quando dever colocar pedidos de reabastecimento, se a probabilidade de falta de estoque precisa ser menor do que 10%.

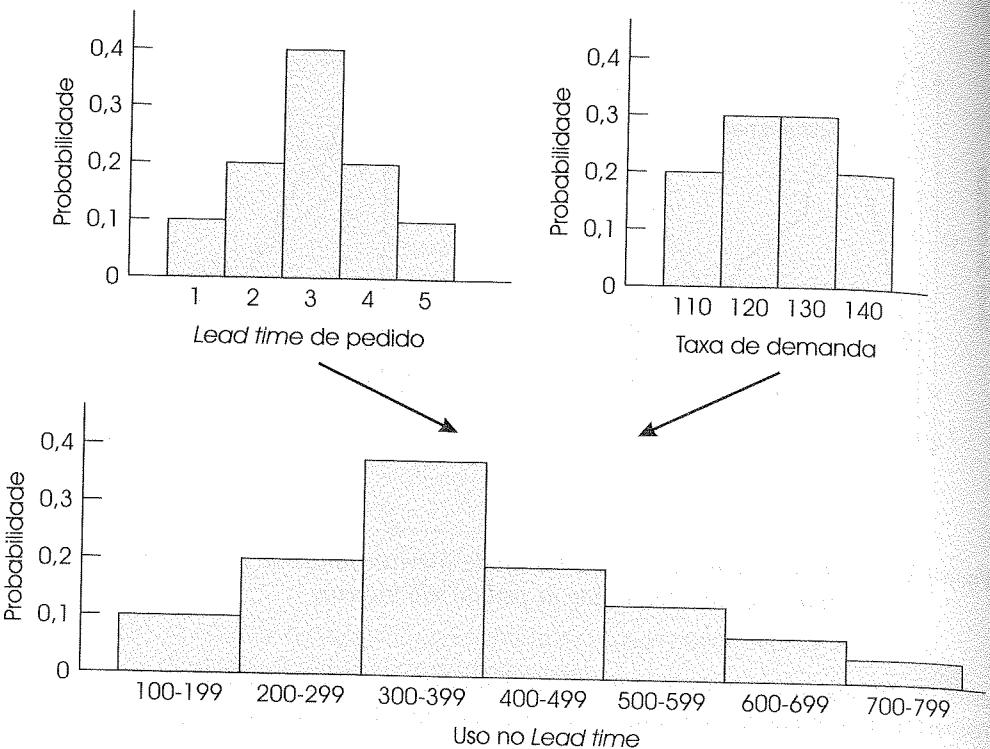


Figura 12.10 As distribuições de probabilidade para lead time de pedido e taxa de demanda combinam para dar a distribuição do uso no lead time.

Tanto o *lead time* como a taxa de demanda durante o *lead time* vão contribuir para o “uso no *lead time*”. Assim, as distribuições que descrevem cada um precisarão ser combinadas. A Figura 12.10 e a Tabela 12.4 mostram como isso pode ser feito. Tomando o *lead time* como sendo qualquer um: uma, duas, três, quatro ou cinco semanas, e a taxa de demanda como sendo qualquer uma: 110, 120, 130 ou 140 pares por semana, e também pressupondo que as duas variáveis sejam independentes, as distribuições podem ser combinadas como mostrado na Tabela 12.4. Cada elemento na distribuição mostra um possível uso do *lead time* com sua probabilidade de ocorrência. Assim, se o *lead time* é de uma semana e a taxa de demanda é 110 pares por semana, o “uso no *lead time*” real será $1 \times 110 = 110$ pares. Como há 0,1 ou 10% de chance de o *lead time* ser de uma semana, e 0,2 ou 20% de chance de a taxa de demanda ser 110 pares por semana, a probabilidade de ambos esses eventos ocorrerem é $0,1 \times 0,2 = 0,02$ (ou 2%).

Podemos agora classificar os usos nos *lead time* possíveis na forma de um histograma. Por exemplo, somando as probabilidades de todos os usos nos *lead time* que caem dentro da faixa 100-199 (toda a primeira coluna), temos uma probabilidade combinada de 0,1. A repetição disso para os intervalos subsequentes resulta na Tabela 12.5.

Isso mostra a probabilidade de cada faixa possível de “uso no *lead time*” ocorrer, mas são as probabilidades cumulativas que são necessárias para predizer a probabilidade da falta de estoque (veja a Tabela 12.6).

Tabela 12.4 Distribuição de probabilidades de lead time e de taxa de demanda.

Probabilidades da taxa de demanda	Probabilidades lead time					
	1 0,1	2 0,2	3 0,4	4 0,2	5 0,1	
110	0,2	110 (0,02)	220 (0,04)	330 (0,08)	440 (0,04)	550 (0,02)
120	0,3	120 (0,03)	240 (0,06)	360 (0,12)	480 (0,06)	600 (0,03)
130	0,3	130 (0,03)	260 (0,06)	390 (0,12)	520 (0,06)	650 (0,03)
140	0,2	140 (0,02)	280 (0,04)	420 (0,08)	560 (0,04)	700 (0,02)

Tabela 12.5 Probabilidades combinadas.

Uso no lead time	100-199	200-299	300-399	400-499	500-599	600-699	700-799
Probabilidade	0,1	0,2	0,32	0,18	0,12	0,06	0,02

Tabela 12.6 Probabilidades combinadas.

Uso no lead time X	100	200	300	400	500	600	700	800
Probabilidade de o uso no lead time ser maior que X	1,0	0,9	0,7	0,38	0,2	0,08	0,02	0

Estabelecer o nível de ressuprimento em 600 significaria que há somente 0,08 (ou 8%) de chance de o uso no *lead time* ser maior do que o estoque disponível durante o *lead time*, isto é, há menos de 10% de chance de ocorrer falta de estoque.

Revisões contínuas e periódicas

A abordagem que descrevemos para a tomada da decisão de reabastecimento é freqüentemente chamada de *abordagem de revisão contínua*. Isso porque, para tomar decisões dessa forma, os gerentes de produção precisam continuamente rever os níveis de estoque de cada item e então colocar um pedido, quando o nível de estoque atinge o nível de ressuprimento. A virtude dessa abordagem é que, apesar de o ritmo de pedidos poder ser irregular (dependendo da variação na taxa de demanda), o tamanho do pedido (Q) é constante e pode ser estabelecido no lote econômico de compra ótima. Todavia, checar continuamente os níveis de estoque pode consumir tempo, especialmente quando há muitas retiradas de estoque comparadas com o nível médio de estoque.

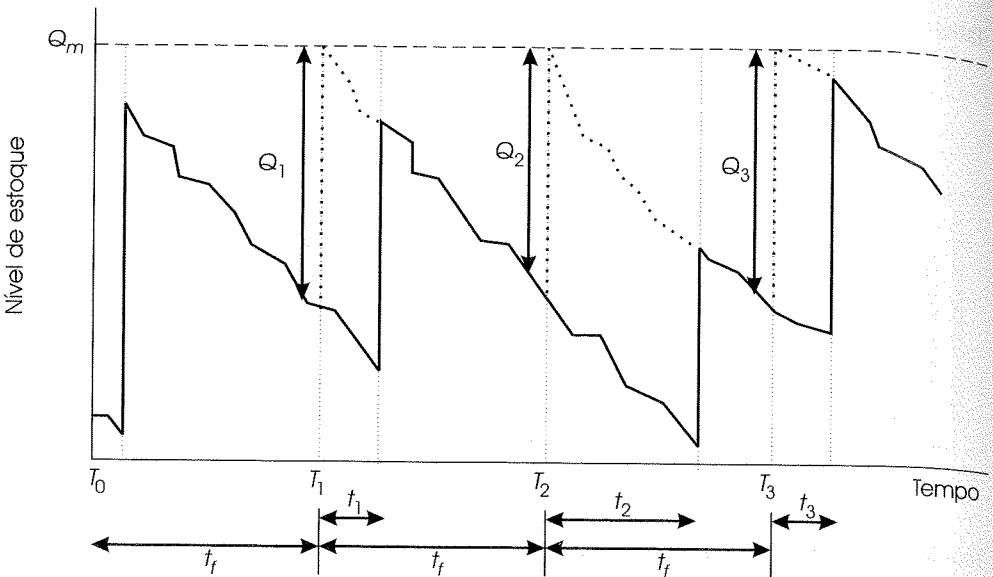


Figura 12.11 Uma abordagem de revisão periódica para o instante de pedido com demanda e lead time probabilístico.

Uma abordagem alternativa e muito mais simples, mas que sacrifica o uso de uma quantidade de pedido fixa (e portanto possivelmente ótima), é chamada *abordagem de revisões periódicas*. Aqui, em vez de pedir em um nível de ressuprimento predeterminado, a abordagem periódica pede em intervalos de tempo regulares e fixos. Assim, o nível de estoque de um item poderia ser checado, por exemplo, no final de cada mês, e um pedido de reabastecimento poderia ser colocado para elevar o nível de estoque até um nível predeterminado. Esse nível é calculado para cobrir a demanda entre os pedidos de reabastecimento sendo feitos e o pedido de reabastecimento chegando.

A Figura 12.11 ilustra os parâmetros para a abordagem de revisão periódica.

INTERVALO DE TEMPO

O intervalo entre colocações de pedidos, t_1 , é usualmente calculado de maneira determinística, derivada do LEC. Assim, por exemplo, se a demanda por um item é de 2.000 por ano, o custo de colocação de um pedido é R\$ 25, e o custo de manutenção de estoque é R\$ 0,5 por item por ano:

$$LEC = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.000 \times 25}{0,5}} = 447$$

O intervalo de tempo ótimo entre pedidos t_f é, portanto:

$$\begin{aligned} t_f &= \frac{LEC}{D} = \frac{447}{2.000} \text{ anos} \\ &= 2,68 \text{ meses} \end{aligned}$$

Pode parecer paradoxal calcular o intervalo de tempo pressupondo a demanda constante quando a demanda é, de fato, incerta. Todavia, incertezas tanto de demanda como de *lead time* podem ser permitidas pelo estabelecimento do Q_m que permita a probabilidade desejada de falta de estoque, com base na prática durante o período $t_f + \text{lead time}$.

Sistemas de controle e análise de estoque

Os modelos que descrevemos até agora, mesmo aqueles que têm uma visão probabilística de demanda e de *lead time*, ainda são simplificados comparados com a complexidade do gerenciamento de estoque real. Lidar com muitos milhares de itens estocados, fornecidos por muitas centenas de fornecedores, com possivelmente dezenas de milhares de consumidores individuais, torna a tarefa de operações complexa e dinâmica. Para controlar tal complexidade, os gerentes de produção têm que fazer duas coisas. Primeiro, eles têm que discriminar os diferentes itens estocados, de modo que possam aplicar um grau de controle a cada item, que seja adequado a sua importância. Segundo, precisam investir em um sistema de processamento de informação que possa lidar com seus particulares conjuntos de circunstâncias de controle de estoque.

Prioridades de estoque – o sistema ABC

Em qualquer estoque que contenha mais de um item, alguns itens serão mais importantes para a organização do que outros. Alguns itens, por exemplo, podem ter uma taxa de uso muito alta, de modo que, se faltasse, muitos consumidores ficariam desapontados. Outros itens podem ter valores particularmente altos, de modo que níveis de estoque excessivos seriam particularmente caros. Uma forma comum de discriminar diferentes itens de estoque é fazer uma lista deles, de acordo com suas *movimentações de valor* (sua taxa de uso multiplicada por seu valor individual). Os itens com movimentação de valor particularmente alta demandam controle cuidadoso, enquanto aqueles com baixas movimentações de valor não precisam ser controlados tão rigorosamente. Geralmente, uma pequena proporção dos itens totais contidos em estoque vão representar uma grande proporção do valor total em estoque. Este fenômeno é conhecido como *lei de Pareto* (nome da pessoa que o descreveu), algumas vezes referenciada como a regra 80/20. É chamada assim porque tipicamente 80% do valor do estoque de uma operação é responsável por somente 20% de todos os tipos de itens estocados. A lei de Pareto também é usada em outros lugares em gerenciamento de produção – veja, por exemplo, Capítulo 18. Aqui, a relação pode ser usada para classificar diferentes tipos de itens mantidos em estoque por sua movimentação de valor. Isso permite que os gerentes de estoque concentrem seus esforços no controle dos itens mais significativos do estoque.

- *Itens classe A* são aqueles 20% de itens de alto valor que representam cerca de 80% do valor total do estoque.
- *Itens classe B* são aqueles de valor médio, usualmente os seguintes 30% dos itens que representam cerca de 10% do valor total.

- Itens classe C são aqueles itens de baixo valor que, apesar de compreender cerca de 50% do total de tipos de itens estocados, provavelmente somente representam cerca de 10% do valor total de itens estocados.

Exemplo

A Tabela 12.7 mostra todas as peças armazenadas por um atacadista de material elétrico. Os 20 diferentes itens armazenados variam tanto em termos de seu uso anual como do custo por item, como mostrado. Todavia, o atacadista classificou os itens em estoque por seu valor movimentado anual. O valor movimentado total por ano é de £5.569.000. A partir disso, é possível calcular o valor movimentado anual de cada item como uma porcentagem do valor movimentado total e, a partir daí, o valor de movimentação acumulado, como mostrado. O atacadista pode então colocar em um gráfico a porcentagem cumulativa de todos os itens estocados contra a porcentagem cumulativa de seu valor. Assim, por exemplo, a peça com número de estoque A/703 é a de maior valor e representa 25,14% do valor de estoque total. Como uma peça, todavia, é apenas um vinte avos, ou 5%, do número total de itens estocados, esse item, junto com o próximo item de maior valor (D/012), representa somente 10% do número total de itens estocados, mas representa 47,37% do valor do estoque, e assim por diante.

Tabela 12.7 Itens de armazém classificados pelo valor de uso.

Item de estoque	Uso (itens/ano)	Custo (£/item)	Valor de uso (£/ano) (£000s)	% do valor total	% cumulativa do valor total
A/703	700	20,00	1.400	25,14	25,14
D/012	450	2,75	1.238	22,23	47,37
A/135	1.000	0,90	900	16,16	63,53
C/732	95	8,50	808	14,51	78,04
C/735	520	0,54	281	5,05	83,09
A/500	73	2,30	168	3,02	86,11
D/111	520	0,22	114	2,05	88,16
D/231	170	0,65	111	1,99	90,15
E/781	250	0,34	85	1,53	91,68
A/138	250	0,30	75	1,34	93,02
D/175	400	0,14	56	1,01	94,03
E/001	80	0,63	50	0,89	94,92
C/150	230	0,21	48	0,86	95,78
F/030	400	0,12	48	0,86	96,64
D/703	500	0,09	45	0,81	97,45
D/535	50	0,88	44	0,79	98,24
C/541	70	0,57	40	0,71	98,95
A/260	50	0,64	32	0,57	99,52
B/141	50	0,32	16	0,28	99,80
D/021	20	0,50	10	0,20	100,00
Total			5.569	100,00	

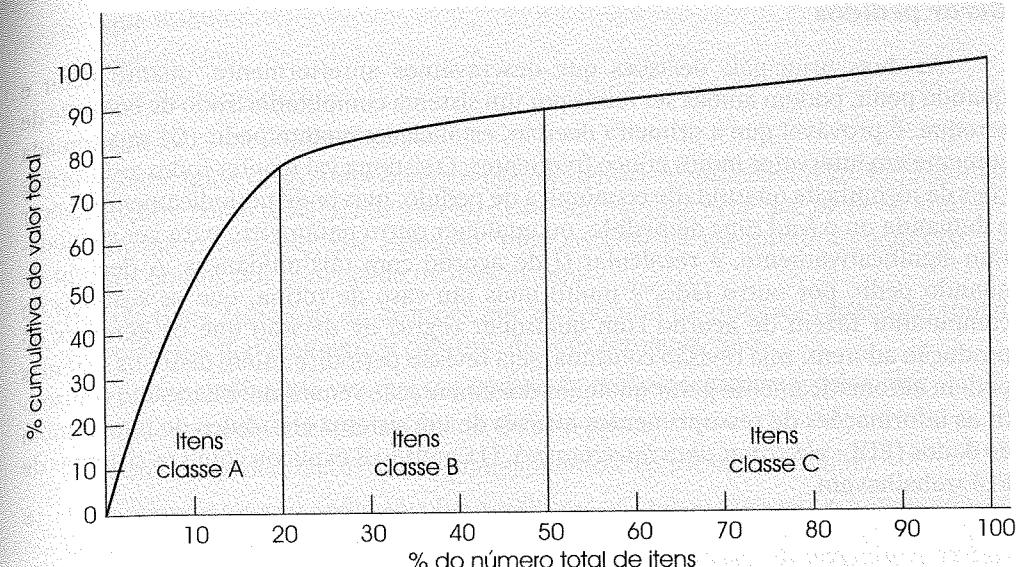


Figura 12.12 Curva de Pareto para itens em estoque.

Isto é mostrado graficamente na Figura 12.16. Aqui, o atacadista classificou os números das primeiras quatro peças como itens classe A e vai monitorar o uso e os pedidos desses itens muito de perto. Alguns melhoramentos em quantidades de pedidos ou estoques de segurança para esses itens poderiam trazer economias significativas. As partes números A/500 até A/138 devem ser tratadas como itens classe B, com um pouco menos de esforço dedicado a seu controle. Todos os outros itens são classificados como itens classe C, cuja política de estoque é revista somente ocasionalmente.

Sistemas de informação de estoque

A maioria dos estoques, de qualquer tamanho significativo, é gerenciada por sistemas computadorizados. O grande número de cálculos relativamente rotineiros envolvidos no controle de estoque presta-se bem a apoio computadorizado. Isso é especialmente verdade desde que a coleta de dados passou a ser feita de forma mais conveniente, através do uso de leitoras de código de barras e pontos de venda com registro das transações. Muitos sistemas comerciais de controle de estoque estão disponíveis, apesar de eles terem certas funções em comum. Essas incluem o seguinte:

Atualizar registros de estoque

Cada vez que uma transação acontece (como a venda de um item ou o movimento de um item do armazém para um caminhão, ou a entrega de um item no armazém), a posição, o status e, possivelmente, o valor do estoque terão sido mudados. Essa informação precisa de registro, de modo que os gerentes de produção possam determinar o status do estoque em qualquer momento.

Gerar pedidos

As duas principais decisões que descrevemos anteriormente, quanto pedir e quando pedir, podem ambas ser feitas por um sistema computadorizado de controle de estoque. É provável que a primeira decisão, estabelecer quanto pedir (Q) seja tomada somente em intervalos muito pouco freqüentes. O sistema vai manter todas as informações da fórmula da quantidade econômica de pedido, mas pode periodicamente checar a demanda ou o *lead time* de pedido, ou qualquer outro parâmetro, para ver se mudaram significativamente, e recalcular Q de acordo com tais mudanças. A decisão de quando pedir, por outro lado, é muito mais um caso de rotina, que os sistemas de computador fazem de acordo com quaisquer regras de decisão que os gerentes de produção adotem: seja revisão contínua, seja revisão periódica. Além disso, os sistemas podem automaticamente gerar qualquer documentação requerida, ou mesmo transmitir as informações de ressuprimentos através de um sistema eletrônico de intercâmbio de dados (EDI – *electronic data interchange*). O Capítulo 8 explicou como os sistemas de EDI trabalhavam.

Gerar registros de estoque

Os sistemas de controle de estoque podem gerar relatórios regulares de valor de estoque para os diferentes itens armazenados, que podem ajudar a gerência a monitorar o desempenho do controle de estoque. De maneira similar, o desempenho do serviço ao consumidor, assim como o número de falta de estoque, ou o número de pedidos incompletos, pode ser regularmente monitorado. Alguns relatórios podem ser gerados excepcionalmente. Isto é, o relatório somente é gerado se alguma medida de desempenho se desvia dos limites aceitáveis.

Prever

Todas as decisões de estoque são baseadas na previsão da demanda futura. O sistema de controle de estoque pode comparar a demanda real com a prevista e ajustar a previsão à luz dos níveis atuais de demanda.

Sistemas de controle desse tipo são tratados com mais detalhe no Capítulo 14.

Resumo

- O estoque ocorre em operações produtivas porque os ritmos de fornecimento e de demanda nem sempre casam. Os estoques são usados para uniformizar as diferenças entre fornecimento e demanda.
- Todas as operações mantêm estoques de algum tipo. (Neste capítulo, usamos a palavra *estoque* com o significado de armazenamento de recursos materiais.) Os itens mantidos em estoque em diferentes operações vão variar consideravelmente em valor. Alguns tipos de operação, como os serviços profissionais, manterão níveis baixos de estoque, enquanto outras, como as operações de varejo ou armazéns, vão manter grandes quantidades de estoque.
- Há quatro principais razões para manter estoque e, portanto, quatro tipos de estoque. São:

estoque isolador;
estoque de ciclo;
estoque de antecipação;
estoque de canal de distribuição.

- O estoque pode ocorrer em diversos pontos dentro de uma operação. Em algumas operações, como uma loja de varejo, existe um estoque principal de bens, enquanto em outro extremo, por exemplo, num sistema de manufatura complexo, há muitos pontos nos quais pode ocorrer estoque.
- Há três tipos principais de decisões que os gerentes de produção precisam tomar em relação a planejamento e controle de seus estoques. São:
 - quanto pedir cada vez que um pedido de reabastecimento é colocado;
 - quando pedir o reabastecimento de estoques;
 - como controlar o sistema de planejamento e controle de estoque.
- A decisão de quanto pedir envolve equilibrar os custos associados à manutenção de estoques com os custos associados à colocação de um pedido. Os principais custos de manutenção de estoque são usualmente relacionados a capital de giro, enquanto os principais custos de pedidos são usualmente associados às transações necessárias para gerar informação para colocação do pedido.
- A abordagem mais comum para determinar a quantidade de um pedido é a fórmula do lote econômico de compra. A fórmula do LEC pode ser adaptada para diferentes tipos de perfil de estoque, usando diferentes pressuposições de comportamento de estoque. Ela dá a quantidade ótima de pedido (custo mais baixo), mas a função que descreve os custos totais associados com uma política de pedidos é relativamente insensível a pequenos erros na estimativa dos custos.
- A abordagem LEC para determinar a quantidade de pedidos tem sido sujeita a várias críticas. Essas críticas caem em três principais categorias:
 - que os pressupostos em relação a demanda e custos usados nos modelos LEC são algumas vezes irrealistas;
 - que o custo real de estoque em termos de seus efeitos dentro de uma operação é muito maior do que o suposto;
 - que o uso dos modelos tipo LEC de forma prescritiva parece enfatizar uma abordagem que considera muitos dos custos associados a pedidos como fixos, em vez de incentivar uma abordagem que tente reduzir ou melhorar custos.
- A decisão de quando colocar um pedido torna-se importante quando a demanda é tratada como probabilística. Os pedidos são usualmente disparados para deixar certo nível de estoque de segurança médio quando o pedido chega. O nível de estoque de segurança é influenciado pela variabilidade tanto da demanda como do *lead time*. Essas duas variabilidades são usualmente combinadas nas variações do uso durante o *lead time*.
- O uso do nível de ressuprimento como um gatilho para a colocação de um pedido de reabastecimento necessita da revisão contínua dos níveis de estoque. Isso pode consumir tempo e ser caro. Uma abordagem alternativa é fazer pedidos de reabastecimento de tamanhos variáveis em períodos de tempo fixos.
- Os gerentes devem discriminar diferentes níveis de controle, que eles aplicam a diferentes itens em estoque. A maneira mais comum de fazer isso é o que é conhecido como gerenciamento hierárquico de estoque (HIE).

cido como a classificação de estoque ABC. Ela usa o princípio de Pareto para distinguir entre itens de classe A, itens de classe B e itens de classe C.

- O estoque pode ser medido de diferentes formas, mas as três mais comuns são: valor total do estoque; cobertura de estoque proporcionada pelo estoque médio; giro do estoque.
- O estoque é usualmente gerenciado através de sistemas de informações computadorizados sofisticados, que têm algumas funções, como atualização dos registros de estoque, geração de pedidos, geração de relatórios de status de estoque, previsão de demanda.

Questões para discussão

1. Descreva e categorize os tipos de estoques de material que podem ser encontrados nas seguintes organizações:
um teatro;
um varejista de móveis;
uma cervejaria;
uma companhia de ônibus urbanos.
2. converse com um gerente de produção sobre os diferentes tipos de estoque que a organização mantém. Descubra se há diferentes formas de planejar e controlar alguns dos diferentes tipos de estoque.
3. Pegue o Balanço Anual e os Demonstrativos Financeiros dos últimos anos de uma organização de processamento de material de sua escolha. Calcule a razão de giro do estoque da organização e a proporção de estoque para ativo circulante nos últimos anos. Tente explicar quais você pensa que sejam as razões para quaisquer tendências que você possa identificar e discuta as vantagens e desvantagens prováveis para a organização em questão.
4. A Shocking Electricity Company usa 3.000 metros de fio todos os meses. O custo de colocação de um pedido de fio foi calculado em R\$ 40 e o custo de estocagem de fio é 5 centavos por metro por ano. Em que quantidades a companhia deveria pedir fio? Se ela adotar a abordagem LEC para pedido, qual seria seu custo anual de estoque?
5. O departamento de impressão de uma universidade usa papel à taxa de 86 pacotes por dia. Um pacote de papel custa £2 e o custo anual de manutenção de estoque é calculado a 10% do custo do papel. Se cada colocação de um pedido custa £25 cada e o departamento trabalha 250 dias por ano, qual o LEC para o papel? Se são gastos três dias entre a colocação de um pedido e o recebimento dele, qual é o ponto de ressuprimento no qual um pedido deveria ser colocado?

Leituras complementares selecionadas

ADKINS, S. C. Jr. EOQ in the real world. *Production and inventory management*, v. 25, n^o 4, 1984.

- AUSTIN, L. M. Project EOQ: a success story in implementing academic research. *Interfaces*, v. 7, Aug. 1977.
- HALL, R. *Zero Inventories*. Dow Jones-Irwin, 1983.
- JESSOP, D., MORRISON, A. *Storage and control of stock*, Pitman, 1991.
- JINICHIRO, N., HALL, R. Management specs for stockless production. *Harvard Business Review*, v. 63, May/June 1983.
- LOCKYER, K. G., WYNNE, R. M. The life profile of stock as a control measure. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, n^o 1, 1989.
- MAPES, J. The effect of capacity limitations on safety stock. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, n^o 10, 1993.
- NEWEL, S., SWAN, J., CLARKE, P. The importance of user design in the adoption of new information and inventory control systems. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, n^o 2, 1993.
- PRIMROSE, P. L. The value of inventory savings. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, n^o 5, 1992.
- RONEN, D. Inventory services measures: a comparison of measures. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 3, n^o 2, 1983.
- SCHONBERGER, R. J., SCHNIEDERJANS, M. J. Reinventing inventory control. *Interfaces*, v. 14, n^o 3, 1984.
- SILVER, E. A., PETERSON, R. *Decision systems for inventory management and production planning*. Wiley, 1985.
- SNYDER, R. D. A computerized system for forecasting spare parts sales: a case study. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, n^o 7, 1993.
- TERSINE, R. J. *Principles of inventory and materials management*. 2. ed. North Holland, 1987.
- WILLIAMS, K., WILLIAMS, J., HASLAM, C. Why take the stocks out? Britain versus Japan. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, n^o 8, 1989.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA REDE DE SUPRIMENTOS

INTRODUÇÃO

Historicamente, os gerentes de operações têm encarado que suas principais responsabilidades recaem sobre suas próprias unidades produtivas. Entretanto, cada vez mais devem ultrapassar sua tradicional visão interna, para que sejam capazes de gerenciar sua função. À medida que as empresas se têm tornado mais focalizadas num conjunto restrito e bem definido de tarefas, comprando cada vez mais materiais e serviços de fornecedores especialistas, a contribuição das funções de compras e suprimentos tem aumentado de importância. Pelo lado da demanda da empresa, aceita-se que até 25% dos custos totais recaem sobre a cadeia de distribuição que distribui os bens e serviços aos clientes. Este fluxo de materiais e informações que flui através da empresa, desde a atividade de compras, passando pela produção e indo até os clientes, mediante uma atividade de distribuição ou serviço de entrega, é a rede ou cadeia de suprimentos “imediata”. Quando os gerentes de operações procuram controlar este fluxo, percebem que podem obter benefícios em termos de velocidade,

confiabilidade, flexibilidade, custos e qualidade, em comparação à simples gestão do fluxo interno à empresa. Mesmo além da cadeia de suprimentos imediata, há benefícios estratégicos que podem ser ganhos através da gestão dos fluxos desde os fornecedores dos fornecedores até os clientes dos clientes. A gestão de operações desta natureza, é atualmente denominada de gestão da cadeia de suprimentos. Neste capítulo, vamos considerar aspectos mais “infra-estruturais” de planejamento e controle dos “ramos” da rede de suprimentos. Estes ramos são chamados de “cadeias” de suprimentos. A Figura 13.1 ilustra a ligação entre suprimento e demanda tratada neste capítulo.

OBJETIVOS

Este capítulo irá examinar:

- as definições de compras, gestão da distribuição física, logística, gestão de materiais e gestão da cadeia de suprimentos;
- compras e desenvolvimento de fornecedores;
- a gestão da distribuição física;
- a integração das funções operacionais internas através dos conceitos de logística e gestão de materiais;
- a integração das organizações através do conceito de gestão da cadeia de suprimentos.

Que é planejamento e controle da cadeia de suprimentos?

No Capítulo 6 usamos a expressão “rede de suprimentos” para designar todas as unidades produtivas que estavam ligadas para prover o suprimento de bens e serviços para uma empresa e para gerar a demanda por esses bens e serviços até os clientes finais. Neste capítulo, trataremos do fluxo de bens e serviços através de canais ou ramos individuais desta rede. Em grandes organizações, pode haver várias centenas de ramos de unidades produtivas ligadas, através dos quais fluem bens e serviços, para dentro e para fora da organização. Esses ramos são normalmente denominados *cadeias de suprimentos*. Muitos dos tópicos tratados neste capítulo sobre o planejamento e controle de cadeias de suprimentos são relativamente novos. Isto significa que alguns dos termos utilizados para descrevê-los não são universalmente aceitos. Além disso, muitos dos conceitos que embasam a terminologia se sobreponem, no sentido de que eles se referem a partes comuns da rede de suprimentos. Por esta razão é interessante começar distinguindo os diversos termos que serão usados neste capítulo. Eles são ilustrados na Figura 13.2.

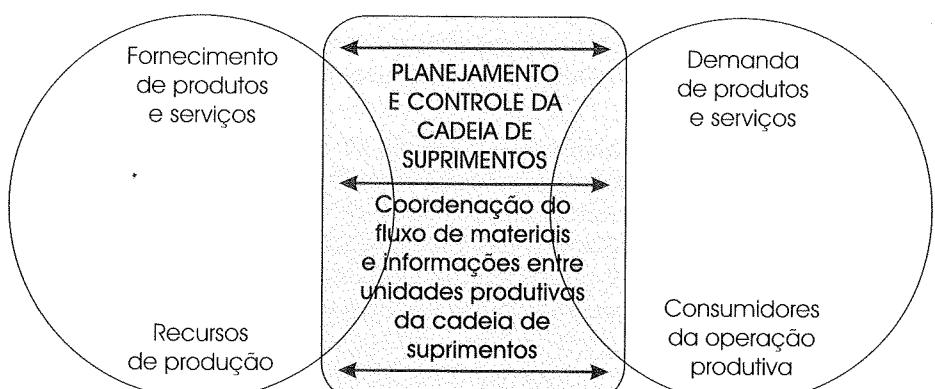


Figura 13.1 A gestão da rede de suprimentos está relacionada à gestão do fluxo de materiais e informações entre as unidades produtivas que formam os ramos ou “cadeias” de uma rede de suprimentos.

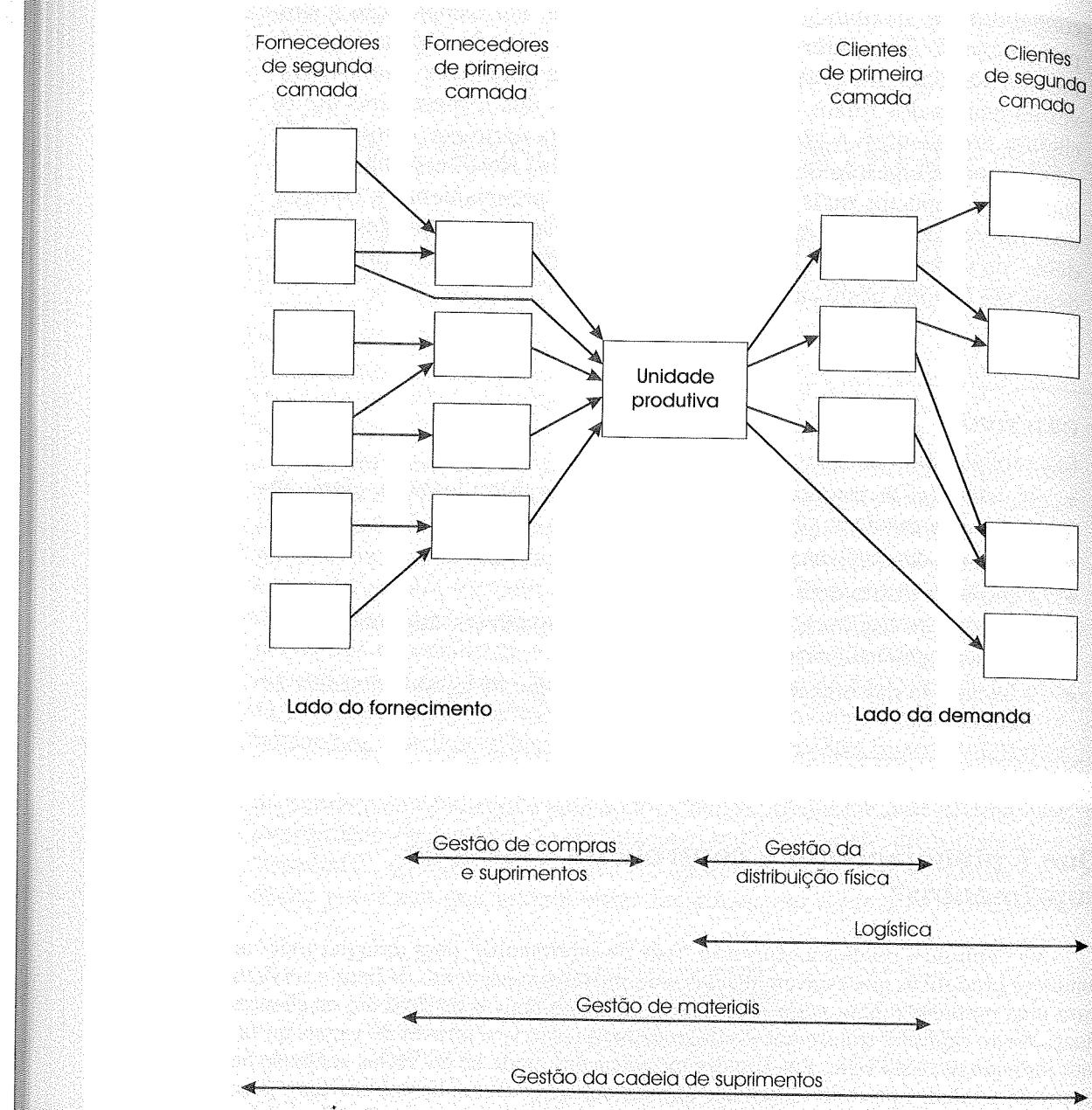


Figura 13.2 Alguns dos termos utilizados para descrever a gestão de diferentes partes da cadeia de suprimentos.

- *Gestão de compras e suprimentos* é um termo bem aceito na prática empresarial para designar a função que lida com a interface da unidade produtiva e seus mercados fornecedores.
- *Gestão da distribuição física* é também um termo bem aceito para a gestão da operação de fornecimento aos clientes imediatos.

- Logística é uma extensão da gestão da distribuição física e normalmente refere-se à gestão do fluxo de materiais e informações a partir de uma empresa, até os clientes finais, através de um canal de distribuição (embora algumas vezes o conceito seja estendido, incluindo uma parte maior da cadeia de suprimentos, como discutiremos mais adiante).
- Gestão de materiais refere-se à gestão do fluxo de materiais e informações através da cadeia de suprimentos imediata. O conceito tem incluído as funções de compras, gestão de estoques, gestão de armazenagem, planejamento e controle da produção e gestão da distribuição física.¹
- Gestão da cadeia de suprimentos é um conceito desenvolvido com uma abrangência bem maior e com um enfoque holístico, que gerencia além das fronteiras da empresa. Reconhece-se que há benefícios significativos a serem ganhos ao tentar dirigir estratégicamente toda uma cadeia em direção à satisfação dos clientes finais.²

Uma cadeia de suprimentos como um todo pode ser vista como o fluxo de água num rio: organizações localizadas mais perto da fonte original do suprimento são descritas como estando “à jusante”, enquanto aquelas localizadas mais próximo dos clientes finais estão “à montante” (entretanto, o fato de uma empresa ser considerada como estando à jusante ou à montante depende da exata posição de sua unidade produtiva dentro do fluxo). Os termos definidos indicam grau crescente de integração – considerando o fluxo de todo o rio. Compras e suprimentos, assim como distribuição física, referem-se a apenas uma parte da cadeia de suprimentos, à jusante e à montante, respectivamente. Logística e gestão de materiais tomam partes maiores da cadeia de suprimentos, enquanto a gestão da cadeia de suprimentos engloba a cadeia toda. Neste capítulo, examinaremos esses conceitos, assim como as funções organizacionais a eles associadas.

Compras e desenvolvimento de fornecedores

No lado do suprimento da empresa, a função de compras estabelece contratos com fornecedores para adquirir materiais e serviços. Alguns desses materiais e serviços são utilizados na produção de bens e serviços vendidos aos clientes (nós os denominamos recursos transformados, veja o Capítulo 1). Outros materiais e serviços são usados para auxiliar a empresa a operar: por exemplo, serviços de alimentação de funcionários ou óleo lubrificante para os equipamentos. Eles não fazem parte do produto ou serviço final, mas ainda assim são essenciais para a produção.

Atividades de compras

Os gerentes de compras fazem uma ligação vital entre a empresa e seus fornecedores. Para realizar isto de maneira eficaz, precisam compreender em detalhe tanto as necessidades de todos os processos da empresa que estão servindo, como as capa-

1. COYLE, R. G. Assessing the controllability of a production raw material system. *IEEE Transactions, SMC-12*, v. 6, 1982.
2. HARLAND, C. Tese de PhD ainda não publicada.

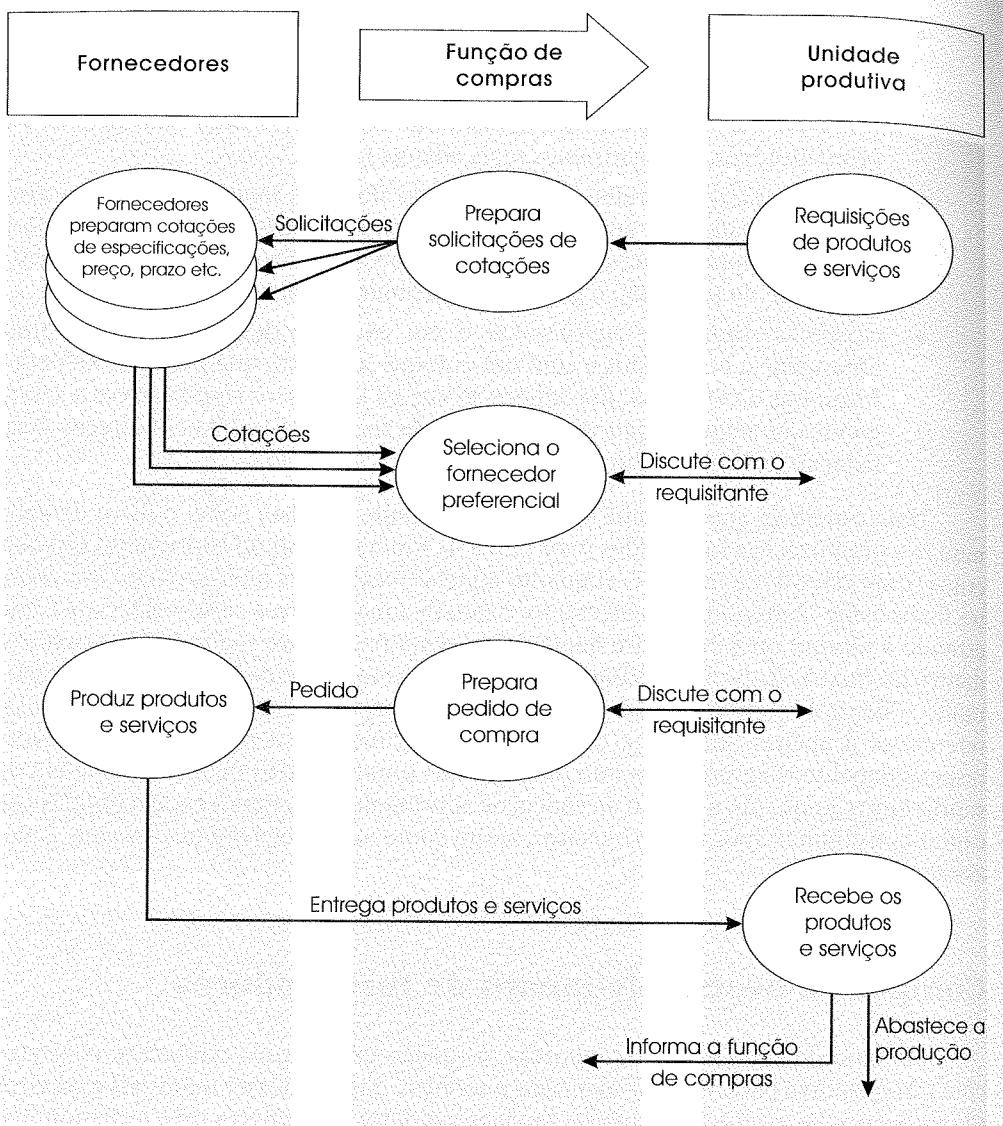


Figura 13.3 A função de compras une a empresa e seus fornecedores.

citações dos fornecedores (algumas vezes milhares deles) que potencialmente podem fornecer produtos e serviços para a organização. A Figura 13.3 mostra uma sequência simplificada de eventos na gestão de uma típica interação empresa/fornecedor, que a função de compras precisa facilitar.

Objetivos da função de compras

A maioria das empresas adquire grande variedade de produtos ou serviços, sendo que o volume e o valor dessas compras têm crescido, à medida que as organizações se têm concentrado em seus “processos fundamentais”. Apesar da variedade de compras que uma empresa realiza, há alguns objetivos básicos da atividade de compras, que são

Uma redução de 5% nos custos de materiais de empresas com as seguintes estruturas de custos geram lucros de...

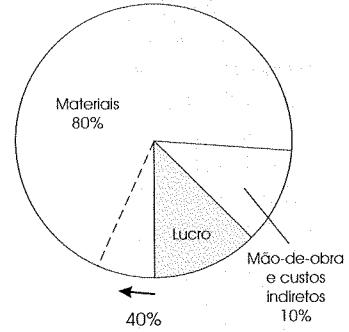
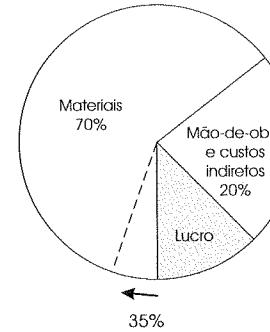
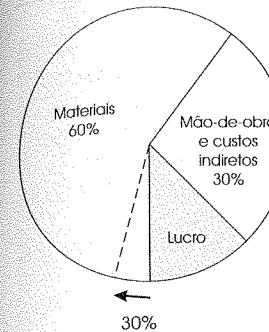


Figura 13.4 Quanto maior é a proporção dos custos de materiais em relação aos custos totais, maior é o efeito da redução dos custos de materiais na lucratividade.

válidos para todos os materiais e serviços comprados. Eles são denominados “os cinco corretos de compras”:³

- ao preço correto;
- para entrega no momento correto;
- produtos e serviços da qualidade correta;
- na quantidade correta;
- da fonte correta.

Fonte única e fonte múltipla

A decisão de o que constitui a “fonte correta” também inclui, por implicação, a decisão de abastecer cada produto ou serviço individual a partir de um único fornecedor ou de mais de um deles. Estas opções são conhecidas como – *single-sourcing* e *multi-sourcing*, respectivamente (veja boxe sobre a Olivetti para exemplo de *single-sourcing*). Algumas das vantagens e desvantagens de *single-sourcing* e *multi-sourcing* são mostradas na Tabela 13.1.

Pode parecer que as empresas que se utilizam de mais de um fornecedor para cada produto o fazem exclusivamente pelos benefícios de curto prazo. Entretanto, esse não é sempre o caso: trabalhar com mais de um fornecedor pode ter motivos altruístas ou, ao menos, trazer benefícios tanto para o fornecedor como para o comprador a longo prazo. Por exemplo, a Robert Bosch Gmbh, fabricante e distribuidor alemão de componentes automotivos, em dado momento solicitou que seus fornecedores não lhe dedicassem mais do que 20% de seu faturamento total.⁴ Isto visava prevenir que os fornecedores se tornassem excessivamente dependentes da empresa. A empresa compradora poderia, então, variar seus volumes de compra para cima e para baixo sem levar seu fornecedor à falência. Entretanto, apesar destas vantagens, parece haver uma tendência para que as organizações reduzam sua base de fornecedores em termos do número de empresas que fornecem um produto ou serviço. Por exemplo, a Rank Xerox,

3. BAILY, P., FARMER, D., JESSOP, D., et al. *Purchasing principles and management*. Pitman, 1994.

4. SABLE, C., HERRIGEL, G., KAZIS, R., DEEG, R. How to keep mature industries innovative. *Technology Review*, v. 90, n° 3, 1987.

Tabela 13.1 Vantagens e desvantagens do single-sourcing e multi-sourcing.

	Single-sourcing	Multi-sourcing
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade potencialmente melhor devido a maiores possibilidades de sistemas de garantia de qualidade • Relações mais fortes e mais duráveis • Maior dependência favorece maior comprometimento e esforço • Melhor comunicação • Cooperação mais fácil no desenvolvimento de novos produtos e serviços • Mais economias de escala • Maior confidencialidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprador pode forçar preço para baixo através da competição dos fornecedores • Possibilidade de mudar de fornecedor caso ocorram falhas no fornecimento • Várias fontes de conhecimento e especialização disponíveis
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Maior vulnerabilidade a problemas caso ocorram falhas no fornecimento • Fornecedor individual mais afetado por flutuações no volume de demanda • Fornecedor pode forçar preços para cima caso não haja alternativas de fornecimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de encorajar o comprometimento do fornecedor • Mais difícil desenvolver sistemas de garantia da qualidade eficazes • Maior esforço requerido para comunicação • Fornecedores tendem a investir menos em novos processos • Maior dificuldade de obter economias de escala

empresa de copiadoras, reduziu sua base de fornecedores de 5.000 para um pouco menos de 300, num período de seis anos.⁵ Alguns fabricantes automotivos japoneses envolvem menos de 300 fornecedores em projetos de desenvolvimento de novos produtos (geralmente, seus concorrentes ocidentais lidam com um número entre 1.000 e 2.500 fornecedores).⁶ Esta tendência da redução da base de fornecedores surgiu em função da descoberta dos grandes benefícios gerados pelo desenvolvimento de relacionamentos cooperativos de longo prazo com os fornecedores, em vez de manter uma negociação em reuniões curtas numa forma hostil e adversarial.

A decisão de fazer ou comprar

Quando uma organização decide comprar produtos ou serviços de um fornecedor, está implicitamente tomando a decisão de não fabricar ou produzir ela mesma estes produtos ou serviços. Isto pode nem sempre ser uma decisão fácil. Em alguns casos, a organização pode ser capaz de produzir componentes ou serviços a um custo

310 5. MORGAN I. *The purchasing revolution*. McKinsey Quarterly, Spring, 1987.
6. FLAMMING, R. *Beyond partnership: strategies for innovation and lean supply*. Prentice-Hall, 1993.

A OLIVETTI PERMITE A SEUS CLIENTES TRABALHAR COM FORNECEDOR ÚNICO⁷

Como a maioria dos bancos de varejo, o Barclays Bank tem milhares de agências e escritórios regionais e centenas de milhares de equipamentos computacionais, que variam de computadores pessoais e estações de trabalho a periféricos e fotocopiadoras. Todos esses equipamentos requerem assistência técnica e manutenção. Em vez de comprar este suporte de diversas empresas diferentes, o Barclays decidiu adquirir todos esses serviços somente da Olivetti, empresa de computadores e equipamentos de escritório. Isto simplificou os procedimentos administrativos, trazendo economias substanciais de custo.

A Olivetti acredita que serviços como este, em que o fornecedor é único, pode trazer benefícios significativos para seus clientes. Negociações contratuais e procedimentos de faturamento são rationalizados e a qualidade dos serviços torna-se mais facilmente mensurável. Procedimentos que garantam a consistência dos serviços são também mais facilmente implantados. Estas vantagens de se ter uma única fonte de fornecimento têm persuadido também muitas outras organizações, como a Swiss Railways e a rede alemã dos restaurantes McDonald's, a se concentrar em um único fornecedor.

menor ou a uma qualidade melhor do que seus fornecedores. Já em outros casos, fornecedores externos podem ser capazes de se especializar na produção de determinados componentes ou serviços e produzi-los com menores custos ou melhor qualidade que a própria empresa o faria. É parte da responsabilidade da função de compras investigar se a empresa estará mais bem servida comprando produtos e serviços de fornecedores externos ou produzindo-os em casa. Esta é a chamada *decisão de "fazer ou comprar"*.

KLM CATERING SERVICES⁸

A KLM Catering Services (inicialmente parte da KLM Airlines) é o maior fornecedor de suprimentos e alimentação para aeronaves no aeroporto de Schiphol, nas proximidades de Amsterdã. A empresa, que emprega 1.200 funcionários, prepara todos os dias cerca de 30.000 refeições e "serve" a 200 vôos da KLM, além de 35 de outras operadoras. Já não é mais uma simples operação de preparação de comida; a maioria de suas atividades envolve a organização de todos os serviços de bordo, equipamento, comida e bebida, jornais, toa-lhas, fones de ouvido, entre outros. Esta ênfase num pacote de serviços seguiu as tendências do setor de as empresas concentrem seus esforços nas necessidades de seus passageiros, subcontratando de empresas especializadas muitos serviços complexos de suporte. Estas, por sua vez, podem obter benefícios de economias de escala por fornecerem para várias empresas aéreas, ao mesmo tempo que desenvolvem sua capacitação em áreas específicas. Isto lhes possibilita fornecer a seus clientes melhores serviços a custos menores.

7. **Fonte:** Literatura da empresa.
8. **Fonte:** Funcionários da KLM.

Em particular, a KLM Catering Services coloca ênfase considerável no trabalho coordenado com o pessoal de limpeza, carregadores de bagagem e equipes de manutenção, visando garantir que as aeronaves sejam rapidamente preparadas para a partida (*set-up* rápido). Normalmente, não há mais de 40 minutos para todas estas atividades; logo, uma preparação completa e o seqüenciamento adequados são essenciais. Essas necessidades de velocidade e confiabilidade já seriam suficientemente difíceis de conseguir num ambiente estável, havendo, ainda, grande variedade de incertezas a serem gerenciadas. Embora a KLM Catering Services seja avisada do número provável de passageiros para cada vôo (previsões são fornecidas com 11 dias, 4 dias e 24 horas de antecedência), o verdadeiro número mínimo de passageiros para cada classe somente é fixado seis horas antes da decolagem (embora o número possa ainda ser aumentado devido a vendas de última hora). Os acordos sobre cardápios são normalmente fixados por períodos de seis meses, mas as necessidades reais de cada vôo dependem do destino, do tipo de aeronave e do mix de passageiros por classe de bilhete. Portanto, embora os componentes básicos do serviço sejam simples, há enorme complexidade na previsão e preparação do mix correto de itens para cada vôo. Finalmente, algumas vezes os pouso são atrasados, pressionando todo mundo a reduzir os tempos de ciclo e apertando a programação.

Um problema adicional é que, embora a KLM use itens padronizados (como carrinhos de comida, talheres, bandejas e descartáveis), outras companhias aéreas têm necessidades completamente diferentes. O estoque de todos esses equipamentos segue junto com as aeronaves. Alguns se danificam ou se perdem, podendo facilmente acumular-se noutros aeroportos. Se uma aeronave pousa sem o conjunto completo de equipamentos e outros itens, a empresa é obrigada a repor a partir de seu estoque, o qual é composto de mais de 15.000 itens diferentes. Considerando tais incertezas e complexidade, as companhias aéreas sentem-se confortáveis em pagar para que outra empresa forneça o serviço, o qual só faria com que elas desviassem sua atenção de suas principais atividades.

Fonte: Com a permissão de KLM Catering Services, Schipol Airport, Holanda, © 1994 KLM Royal Dutch Airlines.

Normalmente, o principal critério utilizado para a decisão de fazer ou comprar é financeiro. Se uma empresa pode produzir um produto ou serviço com custos menores do que ela pode obtê-los no mercado, é provável que ela assim o faça, a menos que haja outras razões para não fazer. Entretanto, a análise financeira envolvida nem sempre é simples de ser feita. A decisão geralmente precisa ser baseada no custo *marginal* de produzir alguma coisa internamente. O custo marginal é o custo *extra* no qual a empresa incorre ao produzir o produto ou serviço. Por exemplo: se uma empresa já tem o equipamento e pessoal necessários para fabricar determinado produto e há capacidade disponível para produzir este produto, o custo extra ou marginal de produzir os produtos internamente será o custo variável associado com sua produção. Em outros casos, uma empresa pode decidir com base em outros aspectos que não o custo. Uma lógica que está tornando-se popular para justificar a compra de serviços, por exemplo, é que esses serviços não são fundamentais para a atividade principal da empresa. Muitas empresas estão, cada vez mais, utilizando a prática de *out-sourcing*, subcontratando

312 serviços como transporte, limpeza, processamento de dados, alimentação e manuten-

ção. Delegando esses serviços para especialistas externos, a empresa se permite concentrar naquilo que a faz ser competitiva no mercado (veja boxe sobre serviço de alimentação da KLM).

Gestão da distribuição física

No lado da demanda da empresa, produtos e serviços devem ser transferidos ou movidos para o cliente. No caso de empresas de manufatura, isso envolve o transporte físico de bens desde a empresa de manufatura até o cliente. No caso de serviços de alto contato com o cliente, o serviço é criado na presença do cliente. Aqui, limitamo-nos a empresas de manufatura que necessitam que seus produtos sejam fisicamente distribuídos aos clientes (e implicitamente a essas operações de transporte, como empresas de transporte de carga cuja principal atividade é a distribuição física).

Sistemas de estoque de múltiplos estágios

No Capítulo 12, identificamos alguns sistemas de estoque como sistemas de múltiplos estágios. Nós nos referímos a materiais que fluem através de um sistema e são estocados em diferentes pontos, incluindo pontos fora da empresa, antes que sejam entregues aos clientes. A Figura 13.5 ilustra o lado da demanda de sistemas de múltiplos estágios que foram descritos no Capítulo 12. Neste caso, o fabricante de artigos de vestuário, após manufaturar seus produtos, irá armazená-los em seu próprio armazém de produtos acabados. Deste ponto, eles serão transportados a armazéns regionais, cuja função é servir como ponto de distribuição para o varejo. Quando o varejo requer o recebimento de peças de vestuário, ele irá requisitá-los a partir do armazém local, que irá providenciar o transporte desses produtos para a loja varejista. A função do armazém é servir como um estágio intermediário no sistema de distribuição, de modo que o produtor não tenha que atender a cada cliente individual. Do ponto de vista dos clientes, isto também significa que eles não terão que lidar com um grande número de fornecedores.

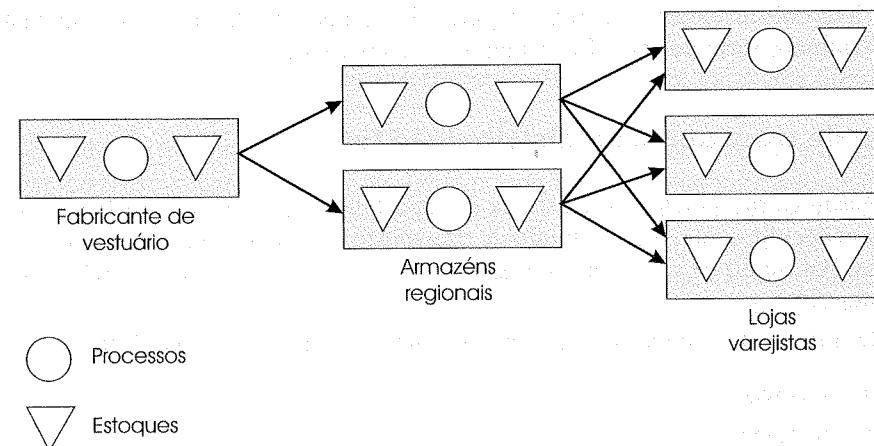


Figura 13.5 Sistemas de estoques de múltiplos estágios.

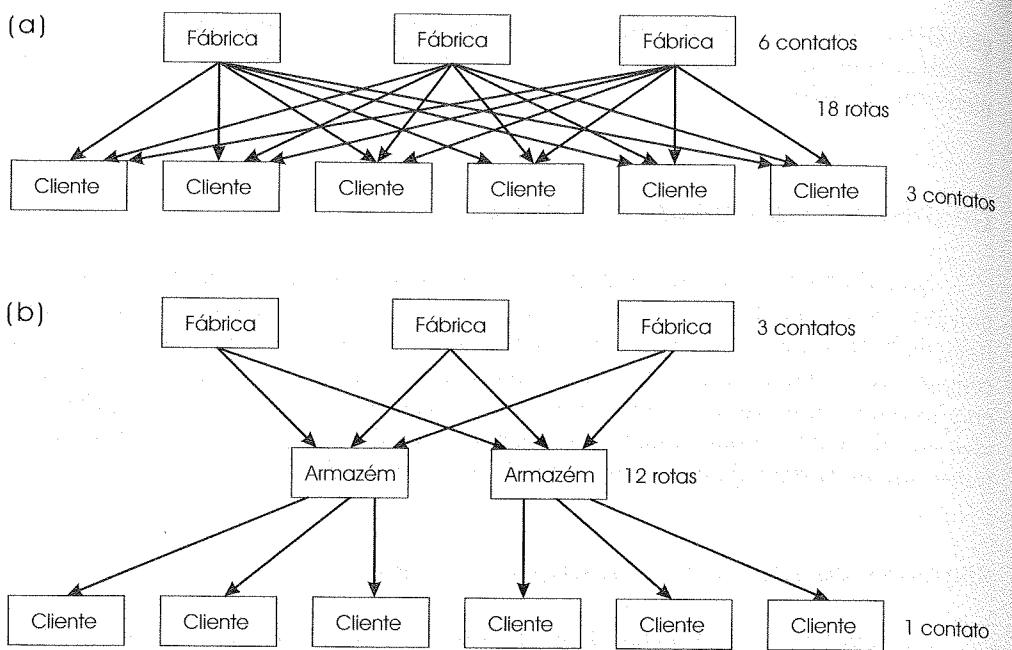


Figura 13.6 A introdução de um estágio de armazenagem num sistema de distribuição física de múltiplos estágios pode simplificar as rotas e a comunicação.

ARMAZÉNS PODEM SIMPLIFICAR ROTAS E COMUNICAÇÕES

Para compreender como os armazéns podem simplificar a distribuição física, considere a Figura 13.6. Aqui, uma empresa de manufatura que tem três fábricas está abastecendo seis clientes. No arranjo da Figura 13.6 (a), cada fábrica abastece cada cliente. Isto significa que há um total de doze rotas (uma entre cada par fábrica-cliente). Cada fábrica deve ter linhas de comunicação separadas com os seis clientes e cada cliente vai precisar comunicar-se diretamente com cada uma das três fábricas. Considere, agora, o arranjo da parte inferior na Figura 13.6 (b). Dois armazéns regionais foram colocados entre as fábricas e os clientes. As três fábricas agora distribuem seus produtos para os dois armazéns regionais, a partir dos quais seus clientes locais são abastecidos. O número total de rotas foi reduzido de 18 para 12.

Modo de transporte na distribuição física

Assim como o arranjo do sistema de distribuição, gerentes de distribuição física precisam decidir qual o melhor modo de transporte para distribuir seus produtos a seus clientes. Por modo de transporte designamos a tecnologia através da qual os bens são movimentados.

Os modos de transportes disponíveis para o gerente de distribuição física são:

- rodovia;
 - ferrovia;
 - hidrovia;

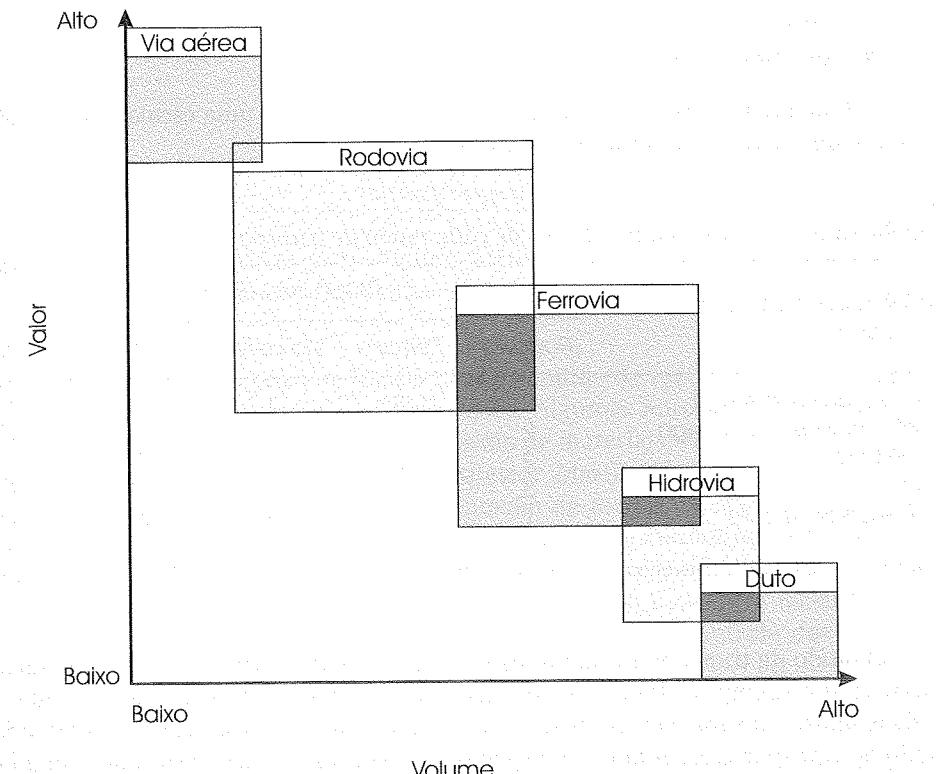


Figura 13.7 Volume e valor como determinantes do modo de transporte.

- via aérea;
 - dutos.

Cada um desses modos tem diferentes características que afetam sua adequação ao transporte de produtos específicos. Por exemplo, o transporte aéreo é bastante caro e limitado em termos de espaço disponível (pelo tamanho da aeronave). Portanto, é tipicamente usado para produtos de baixo volume e alto valor, os quais requerem distribuição rápida. Por outro lado, matérias-primas a granel, como carvão ou minério de ferro, podem ser transportadas por formas mais baratas e mais lentas, como hidrovias ou ferrovias. A Figura 13.7 ilustra as características de volume e valor dos diferentes modos de transporte.

Nem todos os modos de transporte serão adequados para todos os tipos de produtos. As características físicas do produto podem limitar as alternativas disponíveis aos gerentes de distribuição. Por exemplo, somente gases e líquidos podem ser convenientemente transportados através de dutos; da mesma forma, produtos fisicamente grandes, como vigas pré-moldadas, não devem caber nos compartimentos da maioria das aeronaves. Entretanto, o modo de transporte é normalmente escolhido com base na importância relativa de:

- velocidade de entrega;
 - confiabilidade de entrega;
 - possível deterioração da qualidade;

- custos de transporte;
- flexibilidade de rota.

A Tabela 13.2 fornece, para cada modo de transporte, uma escala aproximada de desempenho para cada um desses tópicos.

Tabela 13.2 O desempenho relativo de cada modo de transporte.

Objetivo de desempenho da produção	Modo de Transporte				
	Rodovia	Ferrovia	Via aérea	Hidrovia	Dutos
Velocidade de entrega	2	3	1	5	4
Confiabilidade de entrega	2	3	4	5	1
Qualidade	2	3	4	5	1
Custo	3	4	5	2	1
Flexibilidade de rota	1	2	3	4	5

Legenda: 1 = melhor desempenho; 5 = pior desempenho

O modo de transporte escolhido, afetará, também, outras decisões tomadas pela empresa. Por exemplo, algumas empresas podem escolher localizar suas unidades produtivas junto a portos, aeroportos, estações ferroviárias ou rodovias, dependendo do modo de transporte escolhido. No aspecto mais cotidiano, as decisões de tamanho de lote e tamanhos de pedido serão afetadas pelas capacidades de carregamento de cada modo de transporte.

Conceitos integrados

Até agora, discutimos a ligação entre um comprador numa empresa e um fornecedor em outra. As funções de compras e desenvolvimento de fornecedores consideraram o fluxo de informações do comprador para o fornecedor. A distribuição física considerou o movimento físico do fornecedor para o comprador. Juntos, eles formam os elos na cadeia de suprimentos. Qualquer cadeia de suprimentos consistirá em uma seqüência desses elos comprador-fornecedor. Nesta parte do capítulo, passaremos a considerar formas pelas quais mais de um desses elos podem ser considerados como um todo integrado. Veja a Figura 13.8.

Logística

A logística originou-se durante a Segunda Guerra Mundial, quando estava relacionada à movimentação e coordenação de tropas, armamentos e munições para os locais necessários. Quando adotada como um conceito pelo mundo dos negócios, ela referiu-se à movimentação e coordenação de produtos finais. Há várias organizações que têm uma função de logística que gerencia o fluxo total dos produtos finais da fábrica até seus clientes. Aqui, o termo *logística* está sendo usado como um sinônimo para o que chamamos anteriormente de “gestão da distribuição física”. Entretanto,

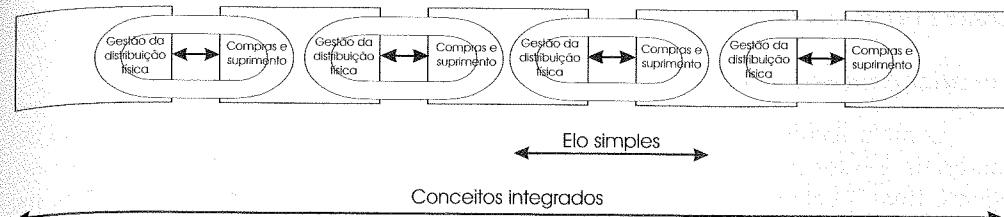


Figura 13.8 A próxima parte deste capítulo discute conceitos que integram mais de um elo da cadeia de suprimentos.

mais recentemente, o conceito de logística foi estendido de modo a incluir uma parte maior do fluxo total de materiais e informações. Algumas autoridades adotam como definição de logística aquela idêntica à da gestão de materiais. Por exemplo, esta visão estratégica de logística é adotada pelo professor Martin Christopher, da Cranfield University, o qual inclui “compras, movimentação de materiais, sua armazenagem e gestão de estoques e sua distribuição através dos canais de marketing”, em sua definição de logística.⁹ Entretanto, há algumas diferenças entre a gestão de materiais e essa visão estendida de logística. A gestão de materiais não se concentra na distribuição física de produtos finais, mas se focaliza no planejamento e controle dos processos internos à empresa (incluindo MRP e JIT; veja Capítulos 14 e 15). A logística, por sua vez, tende a tratar a manufatura como uma “caixa preta”, colocando maior ênfase na gestão da distribuição física. Essas diferenças, embora não muito grandes, estão presentes em função da origem dos dois grupos que criaram os conceitos. Os profissionais de logística tendem a vir da área de marketing, enquanto os gerentes de materiais tendem a vir da área de operações, particularmente de compras. Os estudantes devem estar atentos a essas diferenças, de modo a compreender o conteúdo e o foco da discussão de diferentes autores, mas devem reconhecer que o tema comum é o benefício do controle integrado do fluxo de materiais e informações.

Durante os últimos dez anos, um conceito mais amplo, mais ambicioso e estrategicamente mais significativo surgiu – a *gestão da cadeia de suprimentos*.

Gestão da cadeia de suprimentos

Enquanto os profissionais de logística têm dedicado pouca atenção à gestão da cadeia de suprimento a montante da função de compras e os gerentes de materiais têm mais ou menos ignorado a gestão do fluxo de serviços e produtos acabados a jusante, através dos canais de distribuição, a gestão da cadeia de suprimentos enxerga a cadeia completa como um sistema a ser gerenciado. A gestão da cadeia de suprimentos pode ser definida como “a gestão da cadeia completa do suprimento de matérias-primas, manufatura, montagem e distribuição ao consumidor final”.¹⁰

9. CHRISTOPHER, M. G. *Logistics and supply chain management*, Pitman, 1992.

10. JONES, C. Supply chain management: the key issues. *BPICS Control*, Oct./Nov. 1989.

OBJETIVOS DA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Focalizar na satisfação dos clientes finais

Como a gestão da cadeia de suprimentos inclui todos os estágios no fluxo total de materiais e informações, precisa eventualmente incluir considerações a respeito do cliente final. O cliente final é o único que tem a moeda "real" em toda a cadeia de suprimentos. Quando o cliente decide realizar uma compra, ele dispara uma ação ou ações ao longo de toda uma cadeia. Todos os negócios na cadeia de suprimentos transferem, de um para o outro, porções do dinheiro do cliente final, cada um retendo a margem correspondente ao valor por ele agregado.

Formular e implementar estratégias baseadas na obtenção e retenção de clientes finais

A empresa chave numa cadeia é aquela mais forte, que está na posição de influenciar e dirigir as demais, de forma que trabalhem juntos na causa comum de obter e reter os clientes finais. Em cadeias de varejo, particularmente varejo de comida, a empresa-chave pode ser a empresa de varejo que estabelece a direção que o restante da cadeia deverá seguir. Alguns fabricantes de alimentos, num ponto anterior da cadeia, podem ser grandes companhias se considerado seu faturamento ao redor do mundo, mas, ainda assim, podem seguir a direção estabelecida pelo varejista. Na indústria automobilística, a empresa-chave é normalmente a montadora de veículos, ainda que ela esteja localizada vários elos a montante na cadeia de suprimentos. Ela estabelece os padrões e geralmente determina o projeto da infra-estrutura, como o sistema de informações utilizado, ao qual a rede de distribuidores, a jusante, deverá se adequar. (Veja também o Capítulo 6 para algumas considerações estratégicas sobre projeto, quando gerenciando cadeias de suprimentos.)

A DELL COMPUTERS REFORMULA SUA CADEIA DE SUPRIMENTOS¹¹

Com o amadurecimento da indústria de computadores pessoais, situação em que a competição passou cada vez mais a estar concentrada no custo dos produtos, algumas empresas decidiram eliminar uma camada de sua rede, passando a vender diretamente aos clientes finais, ao invés de fazê-lo através de lojas de varejo. Esta mudança para vendas através do correio foi originalmente motivada pela necessidade de cortar custos. Com a maioria dos fabricantes adquirindo seus componentes do mesmo grupo de fornecedores, o potencial de redução de custos no lado da rede do fornecimento era limitado. Além disso, a natureza dos clientes estava mudando. O número crescente de consumidores sofisticados, que trocavam seu computador pela segunda ou terceira vez não mais necessitavam do mesmo grau de suporte técnico dado pelos distribuidores. Eliminar estes últimos parecia uma boa decisão para a Dell Computers, que tornou-se a mais bem-sucedida empresa de computadores a acabar com o lado da demanda de sua cadeia de suprimentos e comercializar seus produtos diretamente aos consumidores finais.

318 11. **Fonte:** It's in the mail, *The Economist*, 2 Mar. 1991.

A Dell descobriu, também, que a reformulação de sua cadeia de suprimentos trouxe outros benefícios, além da redução de custos. Seu (agora direto) contato com os consumidores permitia que ela conhecesse melhor suas necessidades e preferências, muito antes que seus concorrentes pudessem fazê-lo. Percebendo que este novo potencial deveria ser explorado, a Dell desenvolveu sistemas de informação computadorizados que pudessem registrar cada contato com os consumidores, desde as primeiras consultas até os serviços de assistência técnica e manutenção, construindo uma história de serviço para cada máquina. Além de ajudar a vender e dar assistência de forma mais eficaz no curto prazo, esta base de informações também permitia que o pessoal de vendas e suporte passasse melhores informações para as equipes de desenvolvimentos de produto.

Gerenciar a cadeia de maneira eficaz e eficiente

Utilizar uma abordagem holística para gerenciar toda a cadeia de suprimentos pode abrir muitas oportunidades para análise e aprimoramento. Por exemplo, numa cadeia de suprimentos para produtos ou serviços inovadores, o prazo para colocar novos produtos no mercado pode ser crítico. Analisando a cadeia como um todo, de modo a localizar onde os principais focos de atraso normalmente ocorrem, permite ao gerente da cadeia de suprimentos focalizar a atenção naqueles "negócios gargalos", de modo a reduzir o prazo de introdução dos produtos no mercado. Em mercados de produtos de consumo, que são altamente competitivos em preço, uma análise de custo e valor em toda a cadeia de suprimentos pode revelar fontes para reduções potenciais de custos.

BARREIRAS À GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

O conceito de coordenar estrategicamente cadeias de suprimentos formadas de negócios possuídos e gerenciados por diferentes pessoas, cada qual com seus próprios objetivos, parece atrativo, ainda que um pouco desencorajador. Em longas cadeias de suprimentos envolvendo vários negócios, não é fácil coordenar toda a cadeia. Isto é especialmente verdade quando parte da cadeia atende a dois conjuntos de clientes finais.

A DINÂMICA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Foi demonstrado por Jay Forrester¹² nos anos 60, que existe certa dinâmica entre empresas, numa cadeia de suprimentos, que causam erros, inacuidades e volatilidade, e que estes são crescentes para empresas mais a montante da cadeia de suprimentos. Este efeito (também conhecido como efeito Forrester) é análogo ao jogo infantil de telefone sem fio. A primeira criança cochicha uma mensagem para a próxima, a qual, quer tenha escutado de forma clara ou não, cochicha uma interpretação para a próxima criança e assim por diante. Quanto maior o número de crianças pelas quais a mensagem passa, maior tende a ser a distorção. Quando o jogo termina e a última criança

12. FORRESTER, J. W. *Industrial dynamics*, MIT Press, 1961.

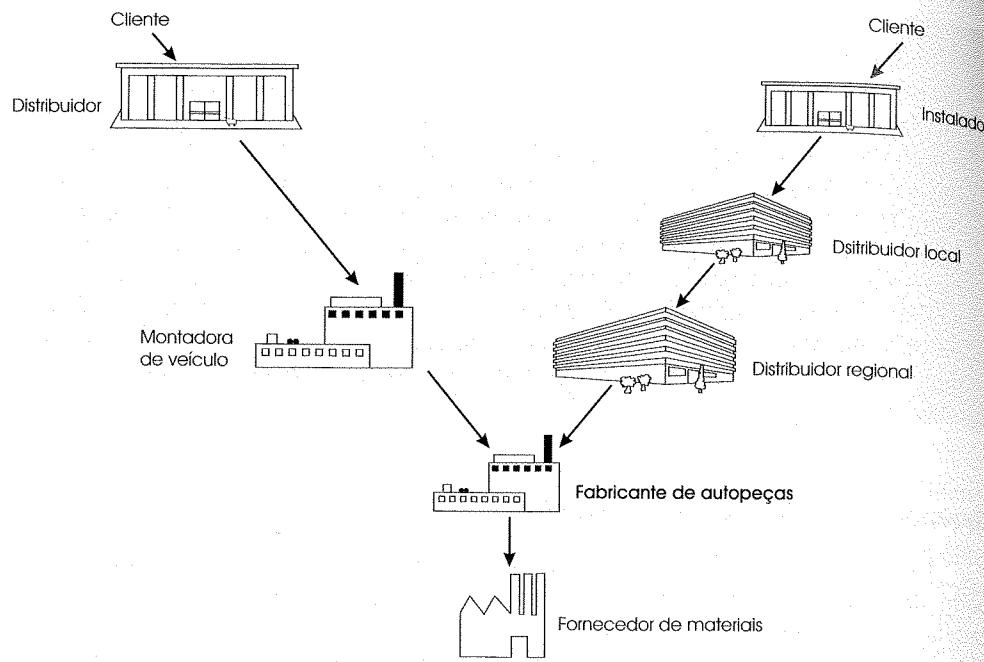


Figura 13.9 Dois importantes grupos de clientes servidos por um fabricante de autopeças.

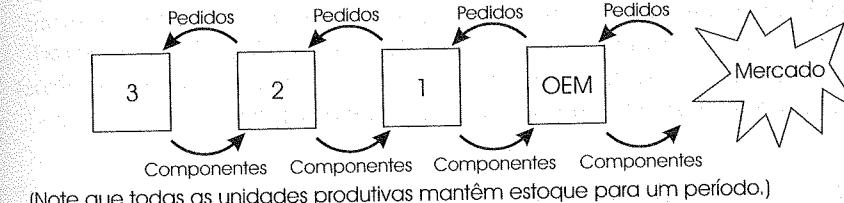
fala em voz alta qual é a mensagem, a primeira criança e as demais normalmente ficam espantadas com a distorção da mensagem original.

O efeito Forrester não é causado somente por erros e distorções. De fato, a principal causa é um desejo racional e perfeitamente compreensível, de cada um dos diferentes elos na cadeia de suprimentos, de gerenciar suas taxas de produção e níveis de estoque, de maneira independente. Para demonstrar esse fenômeno, examine a taxa de produção e os níveis de estoque para a cadeia de suprimentos mostradas na Tabela 13.3. Esta é uma cadeia de suprimentos de quatro estágios, na qual uma montadora de equipamentos (OEM – original equipment manufacturer) é servida por três camadas de fornecedores. A demanda que vem da montadora tem sido de uma taxa de 100 itens por período, mas no período 2 a demanda é reduzida para 95 itens por período. Todos os estágios na cadeia de suprimentos trabalham com o princípio de que eles devem manter em estoque um período de demanda. Esta é uma simplificação, embora não muito grosseira. Muitas empresas mantêm seus níveis de estoque proporcionais a suas taxas de demanda. A coluna denominada estoque mostra, para cada nível de fornecimento, o estoque inicial no início do período e o estoque final no fim do período. No início do período 2, a montadora tem 100 unidades de estoque (que é a taxa de demanda até o período 2). A demanda no período 2 é 95 e a montadora sabe que ela precisa produzir itens suficientes para terminar o período com 95 itens em estoque (esta sendo a nova taxa de demanda). Para conseguir isso, ela precisa produzir apenas 90 itens, o que, junto com cinco itens do estoque inicial, irá suprir a demanda e deixar o estoque final em 95 itens. O início do período 3 encontra a montadora com 95 itens em estoque. A demanda é também de 95 itens e, consequentemente, sua taxa de produção para manter o nível de estoque de 95 será de 95 itens por período. A montadora agora opera

320 a uma taxa estável de produção de 95 itens por período. Note, entretanto, que a mu-

Tabela 13.3 Flutuação dos níveis de produção ao longo da cadeia de suprimentos, devido a uma pequena mudança na demanda do cliente final.

Período	Fornecedor de terceira camada		Fornecedor de segunda camada		Fornecedor de primeira camada		Montadora de equipamentos		Demanda
	Prod.	Estoque	Prod.	Estoque	Prod.	Estoque	Prod.	Estoque	
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	20	100	60	60	100	80	80	90	95
3	180	60	120	120	80	100	90	95	95
4	60	120	90	90	100	95	95	95	95
5	100	90	95	95	95	95	95	95	95
6	95	95	95	95	95	95	95	95	95



dança na demanda de apenas cinco itens produziu uma flutuação de dez itens na taxa de produção da montadora.

Agora leve esta mesma lógica para o fornecedor de primeira camada. No início do período 2, o fornecedor de primeira camada tem 100 itens em estoque. A demanda que ele deve atender no período 2 é derivada da taxa de produção da montadora. Esta foi reduzida a 90 itens no período 2. O fornecedor de primeira camada deve, então, produzir o suficiente para atender à demanda de 90 itens (ou o equivalente) e deixar um mês de demanda (agora 90 itens) como seu estoque final. Uma taxa de produção de 80 itens por período será suficiente. Ele irá iniciar, portanto, o período 3 com um estoque inicial de 90 itens; mas a demanda da montadora aumentou agora para 95 itens. Portanto, ele tem que produzir o suficiente para atender a esta demanda de 95 itens e manter 95 itens em estoque. Para conseguir isto, ele precisa produzir 100 itens no período 3. Depois do período 3, o fornecedor de primeira camada atinge uma situação estável, produzindo 95 itens por período. Note novamente, entretanto, que a flutuação foi bem maior do que a flutuação da taxa de produção da montadora, reduzindo para **321**

80 itens num período, aumentando para 100 itens no período seguinte e, então, atingindo a situação estável de 95 itens por período.

Esta lógica pode ser estendida até o fornecedor de terceira camada. Se você fizer isso, notará que quanto mais a montante na rede de suprimentos estiver a empresa, mais drásticas serão as flutuações causadas por uma mudança relativamente pequena na demanda do cliente final. Neste caso simples, a decisão de quanto produzir em cada período foi governada pela seguinte relação:

Total disponível para a venda em qualquer período	= total requerido no período
Estoque inicial + taxa de produção	= a demanda + estoque final
Estoque inicial + taxa de produção	= $2 \times$ demanda (porque o estoque final deve ser igual à demanda)
Taxa de produção	= $2 \times$ demanda – estoque inicial

Este exercício relativamente simples não inclui nenhum período de defasagem entre a ocorrência da demanda, numa determinada parte da rede de suprimentos, e sua transmissão para seu fornecedor. Na prática, haverá tal defasagem e isto fará com que as flutuações sejam ainda maiores. Além disso, a maneira pela qual os diferentes agentes da rede de suprimentos definem seus lotes de produção pode causar distorções que fazem com que os volumes de produção variem nos fornecedores a montante. A Tabela 13.4 mostra um exemplo simples.

Na Tabela 13.4, há uma demanda do cliente final razoavelmente estável, a uma taxa de cinco itens por semana. O cliente final solicita de um distribuidor local esta taxa e este, talvez por hábito ou prática, coloca ordens bissemanais com o distribuidor regional – cuja taxa será de dez itens a cada duas semanas. O distribuidor regional entrega esta taxa bissemanal, mas para recompor seus estoques coloca ordens mensais junto à fábrica fornecedora. Na Tabela 13.4, isto envolve pedidos de 50 itens no primeiro mês, nada no segundo e 50 no terceiro mês. A fábrica produz em lotes econômicos de 100 unidades, consequentemente produzindo somente ocasionalmente.

Tabela 13.4 Distorção na cadeia de suprimentos devido às decisões de lote.

Fabricante	Distribuidor regional	Distribuidor local	Cliente final
100	50	10	5
0	0	0	5
0	0	10	5
0	0	0	5
0	0	10	5
0	0	0	5
0	0	10	5
0	0	0	5
0	50	10	5
0	0	0	5
0	0	10	5

Resumo

- Uma cadeia de suprimentos é uma cadeia ou seqüência de unidades produtivas dentro da rede de suprimentos de uma organização, a qual passa pela organização.
- Há muitos termos diferentes, alguns dos quais se sobrepõem, os quais são utilizados para descrever diversas partes da rede de suprimentos. Os termos (e os conceitos por eles descritos) que descrevemos são: compras e gestão de suprimentos, gestão da distribuição física, logística, *merchandising*, gestão de materiais e gestão da rede de suprimentos. Eles representam graus crescentes de integração entre os elos da cadeia de suprimentos.
- As compras e o desenvolvimento de fornecedores estão relacionados com as atividades do lado do fornecimento de uma organização. As atividades de compras incluem preparação de solicitações formais de cotação de fornecedores, avaliação dos fornecedores, emissão de pedidos de compra formais, assim como o monitoramento da entrega.
- A função de compras procura obter bens e serviços:
 - pelo preço correto;
 - para serem entregues no momento correto;
 - na qualidade correta;
 - na quantidade correta;
 - da fonte correta.
- O efeito de economias no custo dos materiais comprados da maioria das organizações tem um efeito desproporcional em sua rentabilidade. Quanto maior for a proporção dos custos de materiais comprados nos custos totais de uma empresa, maiores serão as economias para dada redução nos custos desses materiais comprados.
- Uma das principais decisões que gerentes de compras tem que tomar é quanto a comprar de um único fornecedor ou de vários fornecedores. Tendências recentes têm movido muitas organizações na direção do *single-sourcing*.
- A gestão da distribuição física é a gestão dos estoques (normalmente em múltiplos estágios) e do sistema de transporte que liga a unidade produtiva a seus clientes. Decisões tomadas no âmbito da distribuição física incluem o número e a localização de armazéns, assim como decisões quanto ao modo de transporte a ser adotado.
- A gestão de materiais é um conceito integrado que inclui tanto as compras e os suprimentos como a distribuição física. Mais importante, inclui também o fluxo de materiais e informações dentro da unidade produtiva.
- A logística inclui a distribuição física de bens no lado da demanda, normalmente indo além dos clientes imediatos, através da cadeia de suprimentos, até os consumidores finais.
- A gestão da cadeia de suprimentos é um conceito mais amplo e estrategicamente mais importante, o qual inclui toda a cadeia de suprimentos, desde o fornecimento de matérias-primas, através da produção, montagem e distribuição para os clientes finais. Inclui considerações estratégicas e de longo prazo da gestão da cadeia de suprimentos, assim como o controle no curto prazo do fluxo através da cadeia de suprimentos.

- O efeito Forrester é a amplificação das alterações de demanda à medida que elas afetam unidades produtivas mais à montante na cadeia de suprimentos.

Questões para discussão

- O que você entende pelos termos logística, gestão de materiais e gestão da cadeia de suprimentos?
- Se você estivesse escrevendo um documento para ser enviado a potenciais fornecedores de uma nova máquina fotocopiadora para sua biblioteca, o que você lhes pediria que especificassem em suas cotações?
- Em que medida a integração vertical é diferente da parceria em suprimentos?
- Uma empresa está considerando comprar panfletos para serem incluídos na embalagem de seus produtos. Seu próprio departamento gráfico poderia produzir os panfletos, contudo, não com o mesmo nível de qualidade de uma gráfica especializada. Apesar disso, o departamento gráfico deseja receber a incumbência de impressão dos panfletos. Os custos de imprimir os panfletos na empresa são de 10 libras por milhar. Este custo inclui o custo do papel e das tintas (7 libras), o custo da energia utilizada pelas impressoras (0,50 libras), além de custos indiretos proporcionais ao tempo de duração do serviço (2,50 libras). O departamento gráfico tem capacidade suficiente para imprimir todos os panfletos sem necessidade de mão-de-obra ou equipamentos adicionais. O departamento de compras da empresa tem várias cotações de gráficas locais, sendo a mais barata de 8,50 libras por milhar de panfletos, embora a gráfica tenha deixado claro que o prazo de entrega seria de pelo menos duas semanas para cada pedido, em virtude de seu nível de ocupação atual. Que conselho você daria à empresa se ela lhe perguntasse se deveria comprar os panfletos ou permitir que seu próprio departamento gráfico realizasse o serviço?
- Se você estivesse desenhando um sistema para avaliar o desempenho da função de compras de uma empresa, que critérios você utilizaria?
- Por que você acha que os seguidores de compras (responsáveis pelo "follow up") são menos comuns do que eram no passado? Você acha que os seguidores de compras ainda podem desempenhar um papel útil?
- Qual a diferença entre logística e gestão de materiais?
- Sob que circunstâncias você acha que o *multi-sourcing* poderia ser vantajoso?

Leituras complementares selecionadas

- BAILEY, P., Farmer, D. *Purchasing principles and management*. 6. ed. Pitman, 1990.
- BLUMENFELD, D. E., BURNS, L. D., DAGANZO, C. F., FRICK, M. C. et al. Reducing logistics costs at General Motors. *Interfaces*, v. 17, Jan./Feb. 1987.
- BUND, J. B. Build customers relationships that lasts. *Harvard Business Review*, v. 63, Nov./Dec. 1985.
- BURT, D. N. *Proactive purchasing*, Prentice-Hall, 1984.

324 _____. Managing suppliers up to speed. *Harvard Business Review*, July/Aug. 1989.

CARR, C. H., Truesdale, T. A. Lessons from Nissan's British suppliers. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 2, 1992.

CARTER, J. R., Nirsimhan, R. Purchasing in the international market place: implications for operations. *Journal of Purchasing and Materials Management*, Summer 1990.

COUSINS, P. Choosing the right partner. *Purchasing and Supply Management Journal*, Mar. 1992.

COUSINS, P. D. Purchasing: the professional approach. *Purchasing and Supply Management Journal*, Sept. 1992.

_____, SOUKUP, W. R. Purchasing's role in new product development. *Harvard Business Review*, v. 63, Sept./Oct. 1985.

HARRISON, A., VOSS, C. Issues in setting up JIT supply. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 10, nº 2, 1990.

LAMMING, R. *Beyond partnership: strategies for innovation and lean supply*. Prentice-Hall, 1993.

LEE, L., DOBLER, D. W. *Purchasing and materials management*, McGraw-Hill, 1977.

MACBETH, D. K., BAXTER, L. F., FERGUSON, N. et al. Not purchasing but supply chain management. *Purchasing and Supply Management Journal*, Nov. 1989.

RAMSAY, J., WILSON, I. Sourcing/contracting strategy selection. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 10, nº 8, 1990.

SCHNEIDER, L. M. A new era in transportation strategy. *Harvard Business Review*, v. 63, Mar./Apr. 1985.

SHARMAN, G. The rediscovery of logistics. *Harvard Business Review*, Sept./Oct. 1984.

WALLEIGH, R. C. Getting things done: what's your excuse for not using JIT? *Harvard Business Review*, v. 64, Mar./Apr. 1986.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., ROOS, D. *The machine that changed the world*. Rawson Associates, 1990.

14

MRP

INTRODUÇÃO

É muito fácil se confundir ao tentar entender o que é MRP. Há duas definições diferentes, embora relacionadas, de MRP – este capítulo irá definir e descrever ambas. As duas, entretanto, compartilham do mesmo tema – elas auxiliam as empresas a planejar e controlar suas necessidades de recursos com o apoio de sistemas de informação computadorizados. MRP tanto pode significar o planejamento das necessidades de materiais como o planejamento dos recursos de manufatura. Ao longo do tempo, o conceito de MRP desenvolveu-se de um foco na gestão de operações que auxiliava o planejamento e controle das necessidades de materiais, para se tornar, nos anos recentes, um sistema corporativo que apóia o planejamento de todas as necessidades de recursos do negócio. Normalmente, o MRP é usado em empresas de manufatura, embora haja alguns exemplos de aplicação em ambientes não manufatureiros. A Figura 14.1 mostra o papel do MRP na conciliação do fornecimento e da demanda de recursos.

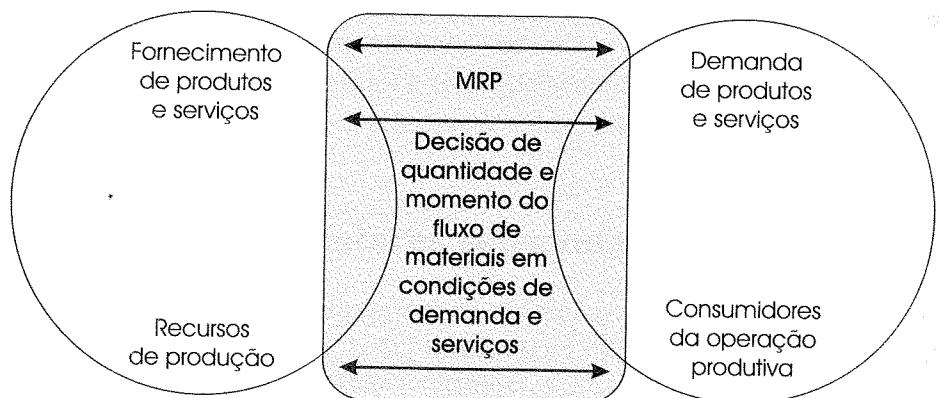


Figura 14.1 Uma definição de MRP.

OBJETIVOS

Este capítulo irá examinar:

- o significado de MRP, tanto MRP I como MRP II;
- o conceito de MRP;
- o processo de MRP I;
- os principais elementos ou módulos de sistemas MRP I;
- o MRP de ciclo fechado;
- o conceito de MRP II.

Que é MRP?

O MRP original data dos anos 60, quando as letras queriam dizer *Material Requirements Planning* (agora chamado de MRP Um ou MRP I). O MRP I permite que as empresas calculem quantos materiais de determinado tipo são necessários e em que momento. Para fazer isso, ele utiliza os pedidos em carteira, assim como uma previsão para os pedidos que a empresa acha que irá receber. O MRP verifica, então, todos os ingredientes ou componentes que são necessários para completar esses pedidos, garantindo que sejam providenciados a tempo.

Uma forma fácil de compreender este processo é imaginar que você decidiu dar uma festa daqui a duas semanas, para 40 pessoas. Assim como cerveja, vinho e refrigerantes, você decide oferecer sanduíches e alguns aperitivos. Antes de ir às compras, provavelmente irá fazer alguns cálculos, estimando a preferência de seus convidados por vinho tinto, vinho branco ou cerveja, assim como quantas pessoas devem comer e beber. Você talvez já tenha em sua casa alguma bebida e comida que poderá usar; logo, deverá levar isso em conta quando fizer sua lista de compras. Se alguns dos pratos de sua festa serão preparados a partir de uma receita, você deverá multiplicar as quantidades de cada ingrediente dessa receita pelo equivalente para 40 pessoas; novamente, talvez você já tenha parte dos ingredientes *em estoque*. Além de calcular o *quanto é necessário* de cada item, talvez queira considerar a possibilidade de preparar e congelar parte da comida na semana anterior, enquanto o resto será preparado no dia anterior ou no próprio dia da festa. Portanto, deverá decidir *quando* cada item será necessário, de modo que possa comprar no momento correto. Ao planejar sua festa, você estará tomando uma série de decisões inter-relacionadas sobre o volume (quantidade) e o momento em que os materiais serão necessários.

O MRP é um sistema que ajuda as empresas a fazer cálculos de *volume* e *tempo* similares a esses, mas numa escala e grau de complexidade muito maiores. Até os anos 60, as empresas sempre tiveram que executar esses cálculos manualmente, de modo a garantir que teriam disponíveis os materiais certos nos momentos necessários. Entretanto, com o advento dos computadores e a ampliação de seu uso nas empresas a partir dos anos 60, surgiu a oportunidade de se executarem esses cálculos detalhados e demorados, com o auxílio de um computador, de forma rápida e relativamente fácil.

Durante os anos 80 e 90, o sistema e o conceito do planejamento das necessidades de materiais expandiram e foram integrados a outras partes da empresa. Esta versão ampliada do MRP é conhecida atualmente como Planejamento dos Recursos de 327

Manufatura (*Manufacturing Resource Planning*), ou MRP II. O MRP II permite que as empresas avaliem as implicações da futura demanda da empresa nas áreas financeiras e de engenharia, assim como analisem as implicações quanto à necessidade de materiais. Oliver Wight,¹ que, juntamente com Joseph Orlicky,² é considerado o pai do MRP moderno, descreveu o planejamento dos recursos de manufatura como um “plano global” para a empresa. Utilizando o exemplo da festa, podem-se verificar as diversas implicações da demanda futura: você pode querer obter um sistema de som mais forte, conseguindo emprestado de um amigo algumas caixas de som – você terá que planejar para garantir que no momento de montar a festa o equipamento adicional esteja disponível e você saiba o que fazer com ele. De forma similar, a festa tem implicações financeiras. Você pode ter que conseguir um aumento do limite de seu cheque especial, com seu gerente ou, temporariamente, ampliar o limite de seu cartão de crédito. Novamente, isto pode requerer algum planejamento antecipado em termos de alguns telefones, assim como um cálculo prévio do quanto irá custar sua festa e, consequentemente, de quanto crédito extra você necessita. Tanto as implicações em termos de finanças, como de equipamentos, podem variar, caso você aumente o número de convidados de 40 para 80. De forma similar, se postergar a festa por um mês, todas suas decisões irão mudar.

Empresas de manufatura podem fabricar e vender centenas de diferentes variações de produtos finais, para centenas de clientes regulares, assim como para centenas de clientes que só compram ocasionalmente. Muitos desses clientes podem variar sua demanda pelos produtos. As implicações disso são similares às de preparar 75 festas numa semana, 40 na próxima, 53 na seguinte, todas para diferentes grupos de convidados com diferentes necessidades, que mudam constantemente de idéia sobre o que querem comer e beber. Para garantir que a comida e a bebida certas estejam disponíveis na festa certa no momento correto, e que dinheiro não seja desperdiçado, é necessário planejamento e controle, não apenas de materiais mas também de dinheiro, pessoas e equipamentos. O MRP II ajuda as empresas a planejar estas decisões com antecedência.

O planejamento de necessidades de materiais continua sendo o coração de qualquer sistema MRP (I ou II) e, portanto, a maior parte desse capítulo estará voltada para o estabelecimento dos princípios e objetivos básicos do MRP I.

Que é necessário para rodar o MRP I?

Para executar os cálculos de quantidade e tempo descritos, os sistemas de planejamento das necessidades de materiais (MRP I) normalmente requerem que a empresa mantenha certos dados em arquivos de computador, os quais, quando o programa MRP I é rodado, podem ser verificados e atualizados. Para que se possa compreender a complexidade de um sistema MRP, é necessário que se entendam estes registros e arquivos de computador.

A Figura 14.2 mostra as informações necessárias para processar o MRP I, assim como alguns de seus resultados.

1. WIGHT, O. *Manufacturing Resources Planning: MRP II*. Oliver Wight Ltd., 1984.

2. ORLICKY, J. *Material requirements planning*. McGraw-Hill, 1975.

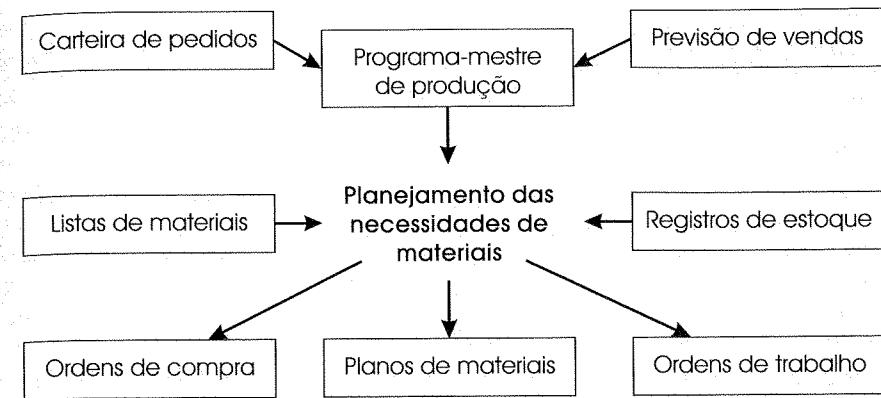


Figura 14.2 Desenho esquemático do planejamento de necessidades de materiais (MRP I).

Começando na parte superior da Figura 14.2, as primeiras entradas para o planejamento das necessidades de materiais são os pedidos de clientes e a previsão de demanda. A primeira refere-se a pedidos firmes programados para algum momento no futuro, enquanto a segunda consiste em estimativas realísticas da quantidade e momento de pedidos futuros. O MRP executa seus cálculos com base na combinação dessas duas componentes de demanda futura. Todas as demais necessidades calculadas no processo MRP são derivadas e dependentes dessas demandas. Por causa disso, o MRP é o que descrevemos no Capítulo 10 como um *sistema de demanda dependente*. Como um lembrete, a demanda dependente é aquela que é derivada de alguma outra decisão tomada dentro da empresa, enquanto sistemas de demanda independente são aqueles adequados para os casos em que a demanda está fora do controle da empresa.

Gestão da demanda

A gestão da carteira de pedidos e da previsão de vendas, tomada conjuntamente, é denominada *gestão da demanda*. A gestão da demanda engloba um conjunto de processos que fazem a interface da empresa com seu mercado consumidor. Dependendo do negócio, esses processos podem incluir o cadastramento de pedidos, a previsão de vendas, a promessa de entrega, o serviço ao cliente e a distribuição física.

Precisamos agora considerar algumas das implicações da gestão de demanda para a empresa, particularmente relacionadas ao planejamento das necessidades de materiais. O Capítulo 11 considerou estes tipos de decisões num nível agregado, mas aqui trataremos da informação num nível mais detalhado, considerando especificamente a demanda conhecida, ou pedidos e a demanda prevista, conforme enfatizado na Figura 14.3.

Carteira de pedidos

A função de vendas, na maioria das empresas, normalmente gerencia uma carteira de pedidos dinâmica e mutante, composta por pedidos confirmados de clientes. Essa carteira de pedidos pode ser um registro em papel numa empresa pequena, mas tende

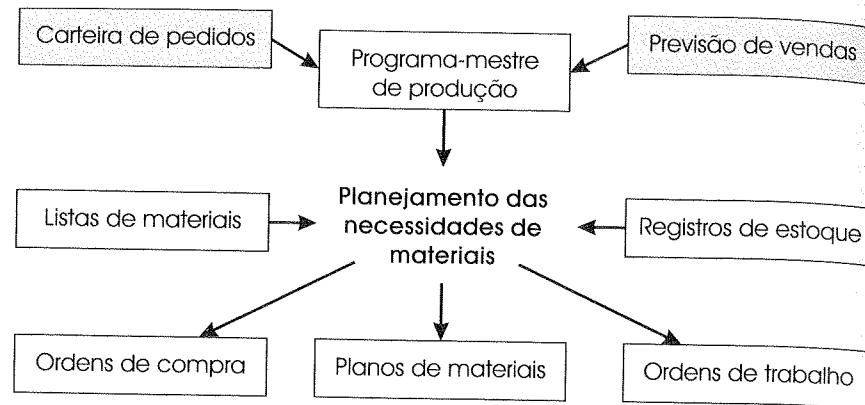


Figura 14.3 A gestão de demanda no processo MRP

a consistir em um arquivo de computador em empresas médias e grandes. Normalmente, essa carteira de pedidos conterá informações sobre cada pedido de um cliente. Para o processo de cálculo das necessidades de materiais do MRP I, são de particular interesse os registros do que exatamente cada cliente pediu, em que quantidade e em que momento.

ALTERAÇÕES NOS PEDIDOS DE VENDA

Os pedidos de venda, normalmente, representam um comprometimento contratual por parte do cliente. Entretanto, dependendo do negócio em que uma empresa esteja, este comprometimento pode não ser tão firme como possa parecer. Os clientes podem mudar de idéia sobre o que necessitam, mesmo depois de ter colocado seus pedidos. Eles podem requerer uma quantidade maior ou menor de um item específico ou mudar a data necessária para a entrega do material. Em virtude de a flexibilidade e o serviço ao cliente estarem tornando-se fatores competitivos cada vez mais importantes, alterações das necessidades estão-se tornando características cada vez mais comuns na maioria das empresas. De fato, se os clientes estão comprando bens industriais como componentes, pode ser que seus próprios clientes sejam a causa da mudança de necessidades (este aspecto da gestão da rede de suprimentos foi discutido no Capítulo 13). Considerando que cada um de centenas de clientes pode solicitar mudanças em seus pedidos, não uma vez mas várias, depois que o pedido foi colocado fica evidente que a gestão da carteira de pedidos é um processo dinâmico e complexo.

As organizações devem decidir quanto de flexibilidade irão permitir aos clientes e em que grau seus clientes deverão arcar com as consequências das mudanças que solicitarem. Por exemplo, muitos teatros que aceitam reservas não permitem que estes "pedidos" sejam alterados; a natureza de sua operação de reserva é tal que este tipo de flexibilidade tornaria sua gestão de capacidade e a alocação de poltronas um processo muito mais complicado, caso estas mudanças fossem permitidas. Entretanto, as operadoras de *ferry-boat* do Canal da Mancha permitem mudanças nas reservas até o momento da partida – passageiros que chegam mais cedo podem fazer a travessia antes daqueles que fizeram a reserva, caso haja espaço disponível. Estas decisões sobre o quanto de flexibilidade é permitido aos clientes tem impacto enorme sobre as operações do negócio como um todo e sobre os cálculos das necessidades detalhadas de materiais e recursos.

Nem todas as operações têm o mesmo grau de “visibilidade” em termos do conhecimento dos pedidos de clientes. Clientes de supermercados não têm que avisar de sua chegada ou de suas prováveis compras antes do momento de efetuá-las. Muitas poltronas em trens podem ser pré-reservadas, mas muitas, particularmente em serviços locais, são compradas por passageiros que chegam à estação com o desejo de viajar o mais cedo possível. De forma similar, em empresas de manufatura, os clientes estão-se tornando cada vez mais relutantes em comprometer-se firmemente e com muita antecedência com os detalhes dos pedidos de seus componentes específicos, em virtude das constantes mudanças no ambiente competitivo. Além disso, na medida em que a velocidade de entrega se torna cada vez mais importante, em virtude do fornecimento *just in time* (veja o Capítulo 15), é possível que, num momento em que os pedidos firmes sejam recebidos, não haja tempo suficiente para comprar os materiais necessários, executar os processos de manufatura nesses materiais e, então, entregar o produto ao cliente. Enquanto muitas empresas de manufatura estão-se esforçando bastante para reduzir o tempo de resposta à demanda dos clientes, muitas ainda não chegaram ao estágio de ser capazes de responder *just in time* aos pedidos de seus clientes. Consequentemente, por todas essas razões, muitas empresas têm que prever suas necessidades futuras de modo a assegurar que as matérias-primas estejam disponíveis para que possam iniciar seus próprios processos, uma vez que um pedido seja recebido.

Previsão de demanda

Qualquer que seja o grau de sofisticação do processo de previsão numa empresa, é sempre difícil utilizar dados históricos para prever futuras tendências, ciclos ou sazonais. Dirigir uma empresa que utiliza previsões baseadas no passado pode ser comparado a dirigir um carro olhando apenas para o espelho retrovisor.³ Apesar das dificuldades, muitas empresas não têm alternativa – devem fazer previsões. Para satisfazer à demanda dos clientes em termos de velocidade de entrega, montadoras de automóveis, por exemplo, já fizeram estimativas quanto aos modelos, tipos de motores e cores que acreditam que serão vendidas, no momento em que o cliente colocar seu pedido. Quando o cliente coloca seu pedido, um dos modelos da cor escolhida e com o motor adequado já está em produção, sendo alocado a este cliente. O cliente pode no momento de seu pedido escolher a partir de larga faixa de opções, em termos de acessórios, acabamento interior, sistemas de som e cor de vidros etc., todas as quais podem ser agregadas à montagem principal, dando a efetiva impressão de personalização. A montadora tem que prever o provável mix de modelos e cores que irá produzir, assim como o provável mix de opcionais para comprá-los e mantê-los disponíveis em estoque.

Programa-mestre de produção

O programa-mestre de produção (MPS – *Master Production Schedule*) é a fase mais importante do planejamento e controle de uma empresa, constituindo-se na principal entrada para o planejamento das necessidades de materiais (veja Figura 14.4).

3. KOTLER, P. *Marketing management*. Prentice-Hall, 1991.

SUPERANDO PROBLEMAS DE PREVISÃO NA RACAL RECORDERS

A Racal Recorders produz sistemas de gravação que são usados numa grande variedade de aplicações, desde a gravação de conversações telefônicas de emergência, até o registro do desempenho de automóveis em testes de pista, para posterior análise. A tecnologia destes produtos é sofisticada e a tarefa de controlar sua produção é complexa. A Racal Recorders, através de uma combinação de superioridade de produto e profissionalismo na manufatura, é a líder do mercado, com um faturamento de cerca de US\$ 45 milhões ao ano.

Um de seus maiores problemas de planejamento e controle refere-se a como coordenar a produção e a movimentação de todos os itens componentes de seus produtos, já que estes produtos são configurados para atender às necessidades específicas de cada cliente. Um sistema MRP é necessário para traduzir os pedidos e previsões em ordens de compra e produção de componentes, submontagens e produtos finais. Seu maior problema era que, depois de rodado o MRP, os produtos finais eram colocados no estoque para aguardar os pedidos de clientes, os quais, quando chegavam, nunca solicitavam exatamente o que havia sido produzido com base nas previsões de demanda. Alguns produtos permaneciam no estoque, enquanto outros tinham que voltar para a fábrica para ser retrabalhados, de modo a se adequarem às configurações exigidas pelos clientes.

A solução da Racal foi analisar os elementos comuns, componentes de seus sistemas, e produzir “módulos” que pudessem ser combinados formando sistemas completos. As previsões foram então preparadas para estes módulos, os quais, depois de produzidos, eram mantidos no chão de fábrica até que os pedidos fossem firmados. Ao receber um pedido confirmado, os módulos poderiam ser montados, formando o sistema final tal como especificado pelo cliente.

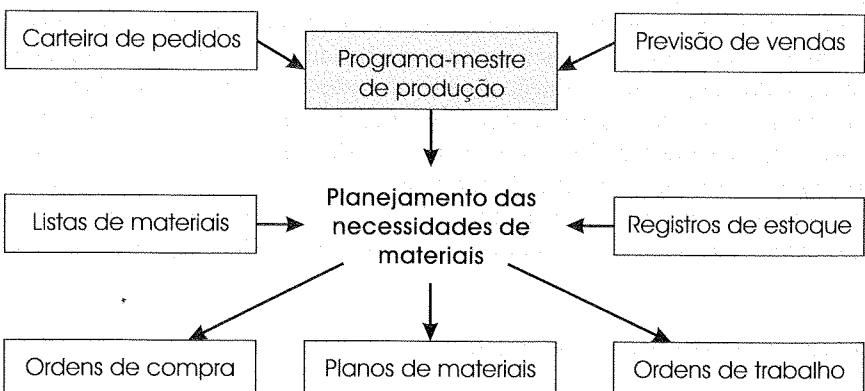


Figura 14.4 O programa-mestre de produção no processo MRP I.

O MPS na manufatura

Na manufatura, o MPS contém uma declaração da quantidade e momento em que os produtos finais devem ser produzidos; esse programa direciona toda a operação em termos do que é montado, manufaturado e comprado. É a base do planejamento de utilização de mão-de-obra e equipamentos e determina o aprovisionamento de materiais e capital.

O MPS em serviços

O MPS também pode ser utilizado em empresas de serviços. Por exemplo, num hospital há um programa-mestre que indica quais cirurgias estão planejadas e para quando. Ele direciona o aprovisionamento de materiais para as cirurgias, assim como de instrumentos, sangue e acessórios. Também dirige a programação de pessoal para as cirurgias, incluindo anestesistas, enfermeiras e cirurgiões.

FONTES DE INFORMAÇÃO PARA O MPS

É importante que todas as fontes de demanda sejam consideradas quando o programa-mestre de produção é gerado. São geralmente os pequenos pedidos de última hora que geram distúrbios em todo o sistema de planejamento de uma empresa. Por exemplo, se uma empresa de máquinas escavadoras planeja uma exibição de seus produtos e permite que uma equipe de projeto ataque seus estoques para construir dois modelos para a exibição, provavelmente isto gerará falta de componentes na fábrica (se não gerar, é porque havia estoque em excesso, que não deveria estar lá). De forma similar, empresas irmãs podem “tomar emprestado” alguns componentes sem prévio aviso. Se tais práticas são permitidas, o sistema de planejamento e controle precisa considerá-las. A Figura 14.7 mostra as entradas que devem ser consideradas na geração do programa-mestre de produção.

REGISTRO DO PROGRAMA-MESTRE DE PRODUÇÃO

O programa-mestre de produção é constituído de registros com escala de tempo que contém, para cada produto final, as informações de demanda e estoque disponível atual. Usando esta informação, o estoque disponível é projetado à frente no tempo. Quando não há estoque suficiente para satisfazer à demanda futura, quantidades de pedido são inseridas na linha do programa-mestre.

A Tabela 14.1 é um exemplo simplificado de parte de um programa-mestre de produção para dado item. Os pedidos em carteira e as previsões são combinados para formar a linha “Demanda”. Isso é mostrado na primeira linha e pode-se verificar que é gradativamente crescente. A segunda linha, “Disponível”, mostra quanto estoque se espera ter disponível deste item ao final de cada período semanal. O registro de estoque inicial, “Em mãos”, é mostrado separadamente na parte de baixo do registro. Pode-se ver que há 30 unidades deste item atualmente em estoque na semana 0. As 20 unidades disponíveis no final da primeira semana são calculadas subtraindo-se a demanda de dez unidades do estoque inicial de 30. A terceira linha é o programa-mestre de produção, ou MPS; ele mostra quantos itens devem ser completados e estar disponíveis em cada semana, de modo a satisfazer à demanda. Como já há estoque suficiente para as semanas 1 e 2, nenhum plano é feito para produzir mais nesses períodos.

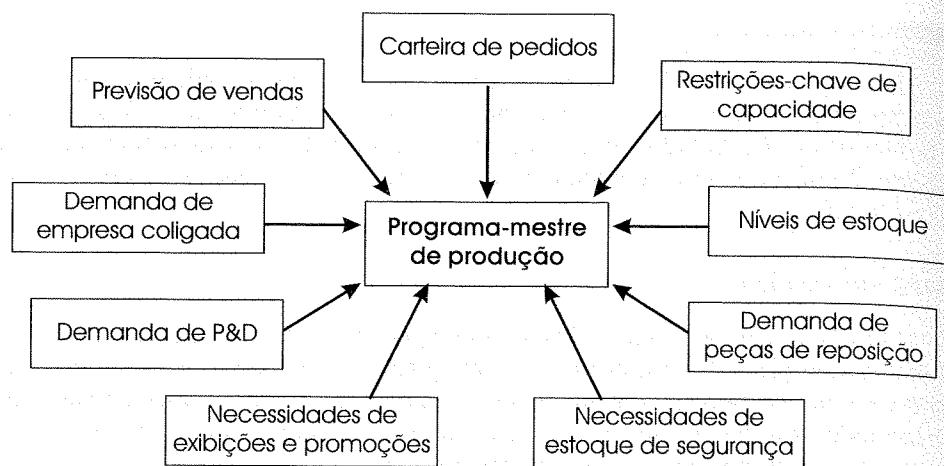


Figura 14.5 Dados de entrada para o programa-mestre de produção.

Entretanto, na semana 3, é necessário que a produção complete dez unidades para satisfazer à demanda projetada; se a produção não puder completar todas as dez neste período, há a possibilidade de que alguns clientes fiquem com pedidos em atraso (isto é, eles serão forçados a esperar).

Tabela 14.1 Exemplo de um programa-mestre de produção.

	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demanda	10	10	10	10	15	15	15	20	20
Disponível	20	10	0	0	0	0	0	0	0
MPS	0	0	10	10	15	15	15	20	20
Em mãos	30								

PROGRAMAS-MESTRES PODEM NIVELAR A PRODUÇÃO OU ACOMPANHAR A DEMANDA

No exemplo da Tabela 14.1, o MPS aumenta à medida que a demanda aumenta, procurando manter o estoque disponível em 0 – o programa-mestre de produção está “acompanhando” a demanda. Como foi discutido no Capítulo 11, sobre planejamento e controle da capacidade, a estratégia de acompanhar a demanda envolve ajustes na provisão de recursos, os quais nem sempre são desejáveis. O MPS alternativo para esta situação que nivela a produção, é mostrado na Tabela 14.2.

Tabela 14.2 Exemplo de um programa-mestre de produção “nivelado”.

	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demanda	10	10	10	10	15	15	15	20	20
Disponível	31	32	32	34	30	26	22	13	4
MPS	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Em mãos	30								

Nivelar a produção envolve produzir na média da quantidade requerida para um período, de modo a suavizar picos e vales. A Tabela 14.2 mostra que este programa nivelado gera mais estoque que o anterior. Neste caso, o estoque médio projetado de produtos finais, no período de nove semanas, é de 25 por semana (isto é, mais do que a demanda de qualquer semana deste período). Na Tabela 14.1, o estoque médio era de apenas três unidades.



Figura 14.6 Jogo de Caça ao Tesouro.

A lista de materiais

O programa-mestre dirige o restante do processo MRP. Tendo estabelecido este nível de programação, o MRP executa os cálculos para determinar a quantidade e o momento das necessidades de montagens, submontagens e materiais, de modo a atender ao programa. Para explicar o processo, será utilizado um exemplo de produto – um jogo chamado “Caça ao Tesouro” (veja a Figura 14.6). Este produto fictício é um jogo que envolve de dois a oito jogadores, que trocam perguntas para descobrir em que parte do tabuleiro o tesouro está escondido. Para fazer isto, personagens da aventura usam um cavalo, um balão, uma carroça, além de outros meios de transporte, para se movimentarem sobre o tabuleiro. Os jogadores se alternam utilizando dois dados para determinar seus movimentos. Um guia com instruções é fornecido junto com o jogo.

Para poder fabricar este produto, a Warwick Operations Inc. precisa saber quais os componentes a serem colocados em cada caixa do jogo. Caso ela decida utilizar um sistema MRP para realizar esta tarefa, ela necessita de arquivos de computador com os ingredientes ou componentes de cada item, assim como um cozinheiro necessita de uma lista de ingredientes necessários para preparar um prato. Esses arquivos são denominados *lista de materiais*. O papel da lista de materiais no processo MRP é mostrado na Figura 14.7.

Programas de planejamento de necessidades de materiais precisam verificar os componentes ou ingredientes de cada item a ser fabricado. No Capítulo 5, discutimos projeto e apresentamos a idéia de estruturas de produtos. Uma lista de materiais mostra quais e quantos itens são necessários para fabricar ou montar outros itens. Inicialmente, é mais fácil pensar sobre isso como uma estrutura de produtos (veja a Figura 14.8). A estrutura de produto na Figura 14.8 é uma estrutura simplificada que mostra os itens necessários para fabricar o jogo. Ela mostra que para fazer um jogo você precisa de seus componentes – tabuleiro, dados, personagens e cartões com perguntas –, um conjunto de regras e a embalagem. A embalagem consiste em uma caixa de papelão que carrega em seu interior uma bandeja de plástico injetado. Desde o lançamento do jogo, uma verba foi alocada para propagandas na televisão; consequentemente, uma etiqueta adesiva com a inscrição “como anunciado na TV” é colocada tanto na bandeja plástica interna, como na tampa da caixa de papelão.

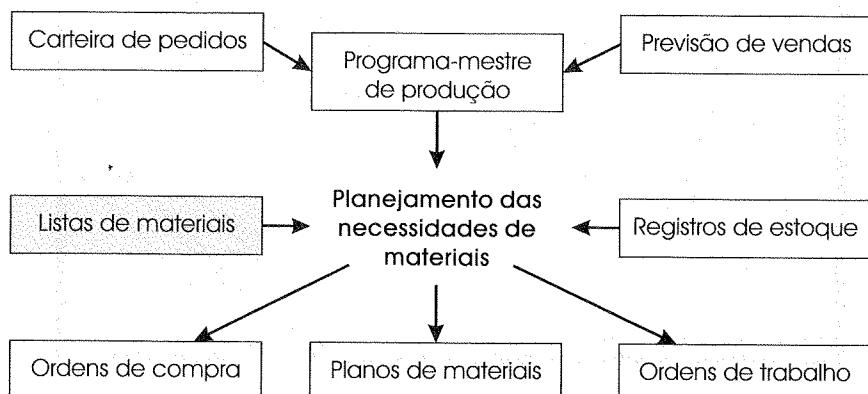
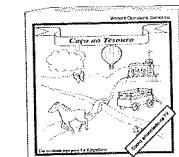


Figura 14.7 *Lista de materiais no processo MRP.*



Jogo Caça ao Tesouro
00289

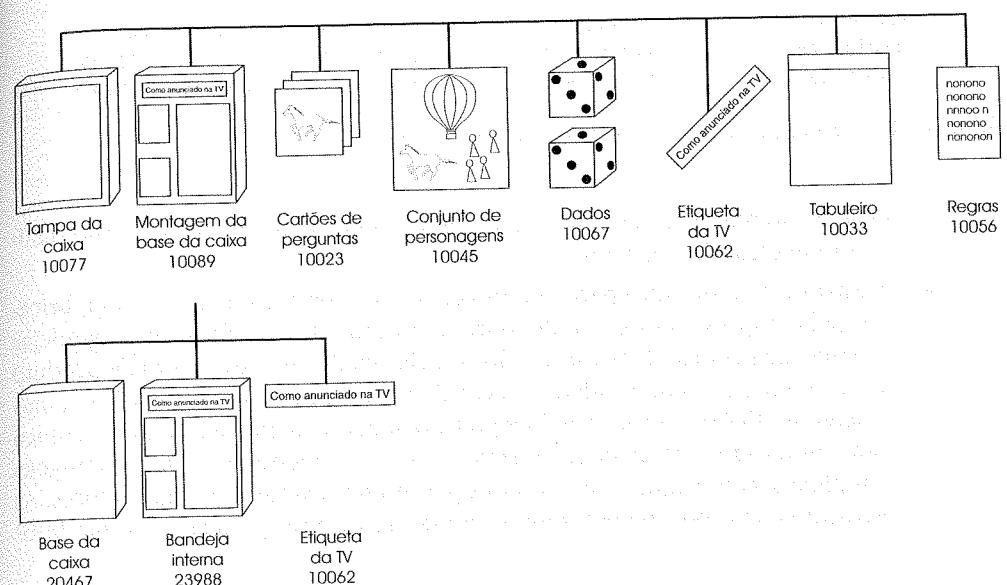


Figura 14.8 *Estrutura de produto para o jogo Caça ao Tesouro.*

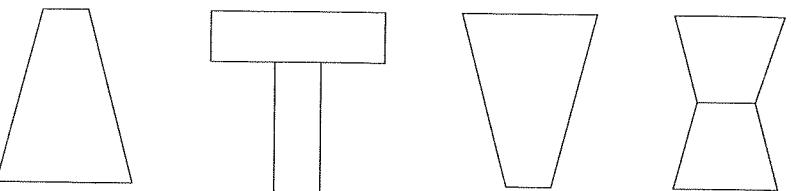
NÍVEIS DA ESTRUTURA

A estrutura do produto mostra que alguns itens formam outros, que, por sua vez, formam terceiros. No MRP, denominamos isso de *níveis da estrutura*. O produto final – o jogo na caixa – é considerado o nível 0. Os itens e submontagens que formam o produto final estão no nível 1, os itens que formam as submontagens estão no nível 2, e assim por diante.

CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DO MRP

Há várias características desta estrutura de produto e do MRP em geral, que devem ser notadas neste momento.

- Quantidades *múltiplas* de alguns itens são necessárias; isto significa que o MRP deve conhecer a quantidade necessária de cada item para ser capaz de multiplicar pelas necessidades.
- Um mesmo item (a etiqueta da TV, item número 10062) pode ser utilizado em diferentes partes da estrutura de produto. Neste exemplo, a etiqueta é necessária para montar a base da caixa, assim como para completar a montagem do jogo. Isto significa que o MRP deve levar em conta este fato e, a cada



Estrutura de produto em forma de A

Estrutura de produto em forma de T

Estrutura de produto em forma de V

Estrutura de produto em forma de X ou ampulheta

Figura 14.9 Diferentes formas de estrutura de produto.

estágio, somar as necessidades para determinar quantas etiquetas são finalmente necessárias no total.

- A estrutura de produto pára quando ela chega aos itens que não são fabricados pela empresa; por exemplo, outra empresa fabrica e fornece as bandejas internas de plástico. Este fornecedor precisa conhecer a estrutura de produto para a bandeja – a quantidade e a cor do plástico que são necessários –, mas o sistema MRP do fabricante do jogo trata a bandeja plástica como um único item comprado. Isto acontece mesmo no caso de módulos ou submontagens complexas, como aquelas compradas por um fabricante de computadores. As estruturas de produto desses itens não são relevantes para seu sistema MRP.

A “forma” da estrutura de produto

A natureza da estrutura do produto está intimamente relacionada ao projeto do produto. Esta tem influência na “forma” da estrutura. A forma é parcialmente determinada pelo número de componentes de cada nível – quanto maior o número de itens, mais larga será a estrutura. Conseqüentemente, a padronização de componentes para reduzir variedade torna mais fina a estrutura do produto. A forma é também determinada pela quantidade de itens feitos “em casa”. Se a maioria dos itens é comprada pronta, ocorrendo na fábrica apenas operações de montagem, como no caso do jogo Caça ao Tesouro, a estrutura resultante é bastante horizontal, com poucos níveis. Entretanto, se todos os itens são fabricados a partir de matérias-primas, sendo montados todos sob o mesmo teto, a estrutura de produto resultante é vertical. Há algumas formas típicas de estrutura de produto – “A”, “T”, “V” e “X” (veja a Figura 14.9).

Listas de materiais de nível único e escalonadas

Voltando à estrutura de produto do jogo, citada anteriormente, claramente não seria possível representar listas de materiais em forma gráfica. Elas seriam muito grandes. Em ambientes de engenharia sofisticados, pode haver 15 níveis de montagem e cerca de 5.000 itens numa estrutura de produto final. Os sistemas de MRP lidam com isso, utilizando *listas de materiais de nível único* e *listas de materiais escalonadas*.

Em listas de materiais de nível único, os detalhes dos relacionamentos entre itens e submontagens são armazenados em um único nível por vez. Por exemplo, a lista de nível único para o jogo, no exemplo citado anteriormente, é mostrada na Tabela 14.3.

338 Cada lista de materiais de nível único mostra apenas componentes imediatos.

Tabela 14.3 Listas de materiais de nível único para o jogo de tabuleiro.

Nível	Item	Descrição	Quantidade
1	10089	Montagem da base da caixa	1
1	10077	Tampa da caixa	1
1	10023	Conjunto de cartões de perguntas	1
1	10062	Etiqueta da TV	1
1	10045	Conjunto de personagens	1
1	10067	Dado	1
1	10033	Tabuleiro	1
1	10056	Folheto de regras	1

Item número: 10089

Descrição: Montagem da base da caixa

Nível: 1

Nível	Item	Descrição	Quantidade
2	20467	Base da caixa	1
2	10062	Etiqueta da TV	1
2	23988	Bandeja interna	1

A maioria dos sistemas MRP registra os relacionamentos entre os componentes de determinada montagem dessa forma, mas eles também podem normalmente apresentar os mesmos dados na forma de uma *lista de materiais escalonada*, de modo a mostrar vários níveis ao mesmo tempo. A Tabela 14.4 mostra a lista completa e escalonada para o jogo de tabuleiro.

Tabela 14.4 Lista de materiais escalonada para o jogo de tabuleiro.

Nível	Item	Descrição	Quantidade
0	00289	Jogo de tabuleiro	1
.1	10077	Tampa da caixa	1
.1	10089	Montagem da base da caixa	1
.2	20467	Base da caixa	1
.2	10062	Etiqueta da TV	1
.2	23988	Bandeja interna	1
.1	10023	Conjunto de cartões de perguntas	1
.1	10045	Conjunto de personagens	1
.1	10067	Dado	2
.1	10062	Etiqueta da TV	1
.1	10033	Tabuleiro	1
.1	10056	Folheto de regras	1

indexada de materiais para o jogo já mencionado. O termo *escalonada* refere-se ao *escalão* que o item ocupa na estrutura de níveis de montagem mostrados na coluna da esquerda.

LISTAS DE MATERIAIS DE PLANEJAMENTO

Como cada produto final tem sua própria lista de materiais, normalmente grande e detalhada, pode tornar-se inconveniente utilizar estas listas detalhadas para o planejamento de médio e longo prazos. Em vez disso, pode-se usar um número menor de listas que representem um produto médio. Por exemplo, um modelo específico de automóvel pode ter opções com duas, três, quatro ou cinco portas. Ao executar o planejamento de todos os modelos de automóveis que são produzidos, o programador mestre de produção pode usar uma “superlista” – um tipo de lista de materiais de planejamento – que apresenta as quantidades médias de componentes para determinada família de produtos. O número médio de portas pode ser de 3,5; obviamente, nenhum automóvel de nenhum modelo é feito com três portas e meia. Entretanto, o objetivo da lista de planejamento é permitir planejamento de longo prazo, dando uma idéia aproximada de quantas portas (além de outros itens) podem ser necessárias no futuro.

Registros de estoque

O arquivo de lista de materiais fornece ao MRP, então, a base de dados dos ingredientes ou estrutura dos produtos. Em vez de simplesmente tomar esses ingredientes e multiplicá-los pela demanda, de modo a determinar as necessidades totais de materiais, o MRP reconhece que alguns dos itens necessários podem já estar em estoque. Este estoque pode estar na forma de produtos finais, estoque em processo ou matérias-primas. É então necessário, começando pelo nível 0 de cada lista, verificar quanto estoque há disponível de cada produto final, submontagens e componentes, para que se possa calcular o que é chamado de necessidade “líquida” – a quantidade extra necessária para, juntamente com o estoque, atender à demanda. Para fazer isso, o MRP requer que sejam mantidos registros de estoque (veja a Figura 14.10).

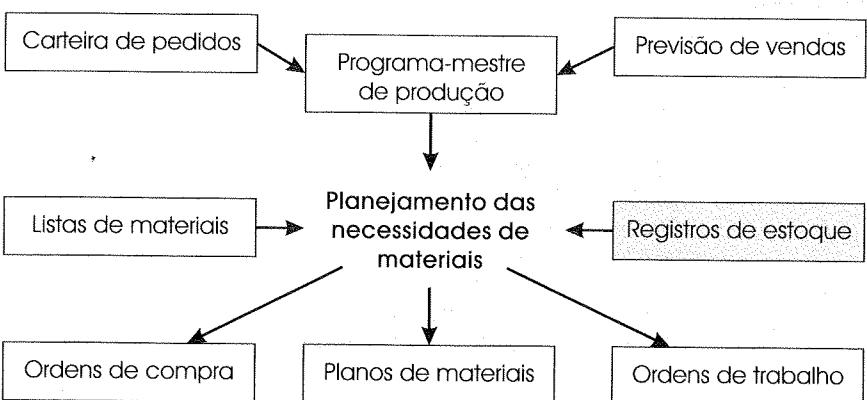


Figura 14.10 Os registros de estoque MRP

Há três arquivos principais no sistema MRP que apóiam a gestão dos estoques. São eles:

- o arquivo de itens;
- o arquivo de transações;
- o arquivo de locais.

ACUIDADE DOS REGISTROS DE ESTOQUE

Assim como na gestão das listas de materiais, é crítico para um sistema MRP que os registros de estoque estejam precisos e atualizados. Os erros ocorrem e o estoque pode ser desviado ou perecer, de modo que os registros de estoque nunca irão refletir exatamente o que há fisicamente em estoque numa empresa. Em virtude disso, *controles rotativos de inventário* (CRI) são executados em muitas empresas.

O CRI consiste em verificar se a localização e o nível físico de estoque de determinado item coincidem com o registro no computador. Quando uma diferença é encontrada, o registro do computador é atualizado para refletir a realidade. É como o trabalho de pintar uma ponte muito longa, em que tão logo o serviço é terminado, já é hora de começar novamente. Antes que o controle rotativo de inventário estivesse bem estabelecido nas empresas, o estoque era verificado anualmente, de modo a se adequar aos procedimentos contábeis. Isto significava que, particularmente próximo do final do ano, eram freqüentes as ocorrências de se encontrarem locais de armazenagem vazios, enquanto o computador instruía os operadores a neles coletar materiais para a produção. As implicações da falta de acuidade dos registros de estoque são faltas de material que levam a reprogramações da produção, resultando em ineficiências e, possivelmente, em falhas na satisfação de um pedido de cliente.

Cálculo MRP

Até aqui examinamos todas as informações necessárias para iniciar o processo de planejamento. Embora essas informações sejam um pré-requisito necessário ao MRP, não são o “coração” do procedimento. Na verdade, o MRP é um processo sistemático de tomar estas informações de planejamento e calcular a quantidade e o momento das necessidades que irão satisfazer à demanda. A próxima parte deste capítulo examina a forma pela qual estes cálculos são executados, começando pelo que provavelmente é o passo mais importante, o *cálculo das necessidades líquidas*.

Processo de cálculo das necessidades líquidas

A Figura 14.11 mostra simplificadamente o processo no qual o MRP calcula as *quantidades* de materiais necessários. O MRP toma o programa-mestre de produção (o programa de produção planejado para cada produto final) e “explode” este programa através da lista de materiais de nível único, verificando quantas submontagens e componentes são necessários. Antes de descer para o próximo nível da estrutura do produto, o MRP verifica quanto dos materiais necessários já estão disponíveis em estoque. Ele gera, então, as “ordens de trabalho” ou requisições para as necessidades líquidas

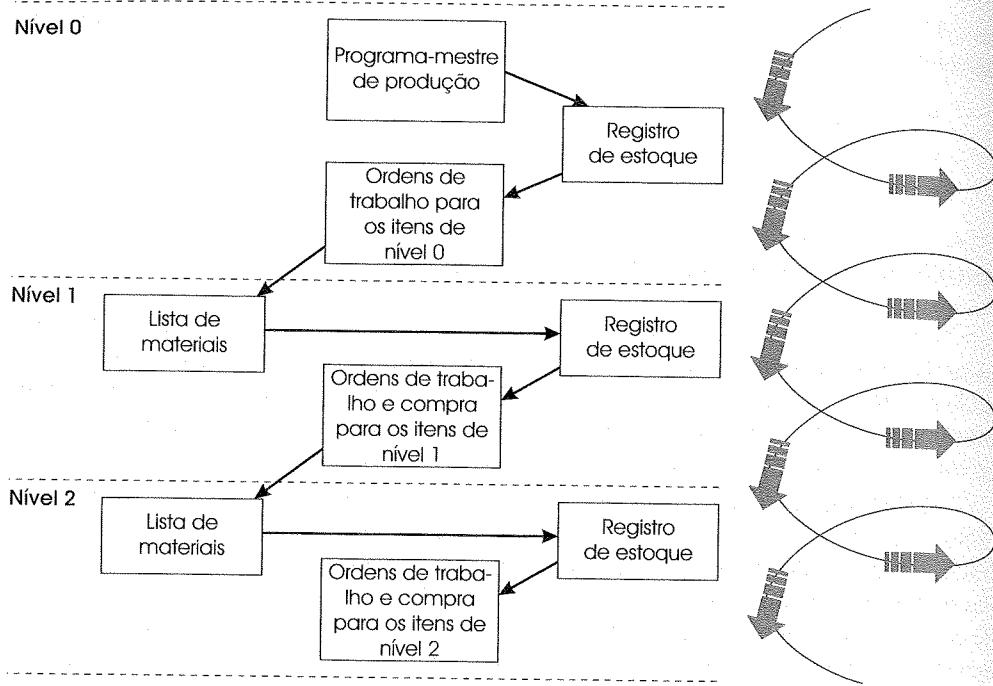


Figura 14.11 O cálculo de necessidades líquidas no MRP.

dos itens que serão feitos na fábrica. Essas necessidades líquidas formam, então, o programa que será explodido através da lista de materiais de nível único para o próximo nível abaixo na estrutura. Novamente o estoque disponível desses itens é verificado; ordens de trabalho são geradas para as necessidades líquidas dos itens que serão feitos na fábrica, sendo também geradas as ordens de compra para as necessidades líquidas dos itens que serão adquiridos de fornecedores. Este processo continua até que se chegue ao nível mais baixo da estrutura do produto.

A Figura 14.12 usa nosso exemplo do jogo de tabuleiro para descrever esta parte do processo MRP. Considerando, por enquanto, apenas as quantidades necessárias, uma necessidade de dez jogos completos não gera automaticamente ordens de trabalho para a montagem de dez unidades.

Inicialmente, o estoque disponível é verificado. Como há três jogos completos em estoque, uma ordem de trabalho para a fabricação de sete jogos é emitida. O MRP verifica, então, a lista de materiais do jogo neste primeiro nível e encontra, entre outros componentes, que é necessária uma montagem da base da caixa – 10089 – por jogo completo. Em seguida, o MRP verifica quantas montagens da base da caixa estão em estoque e, encontrando duas unidades, gera uma ordem de trabalho para a necessidade líquida de cinco. Posteriormente, a lista de materiais de nível único para a montagem da base da caixa é verificada. Ela mostra que uma base da caixa (20467), uma bandeja interna (23988) e uma etiqueta de TV (10062) são necessárias para cada montagem da base da caixa. Novamente, o estoque é verificado e, como há uma base da caixa em estoque, uma ordem de compra de quatro unidades é gerada. Havendo mais etiquetas de TV em estoque do que o necessário, não há necessidade de gerar uma instrução de ressuprimento.

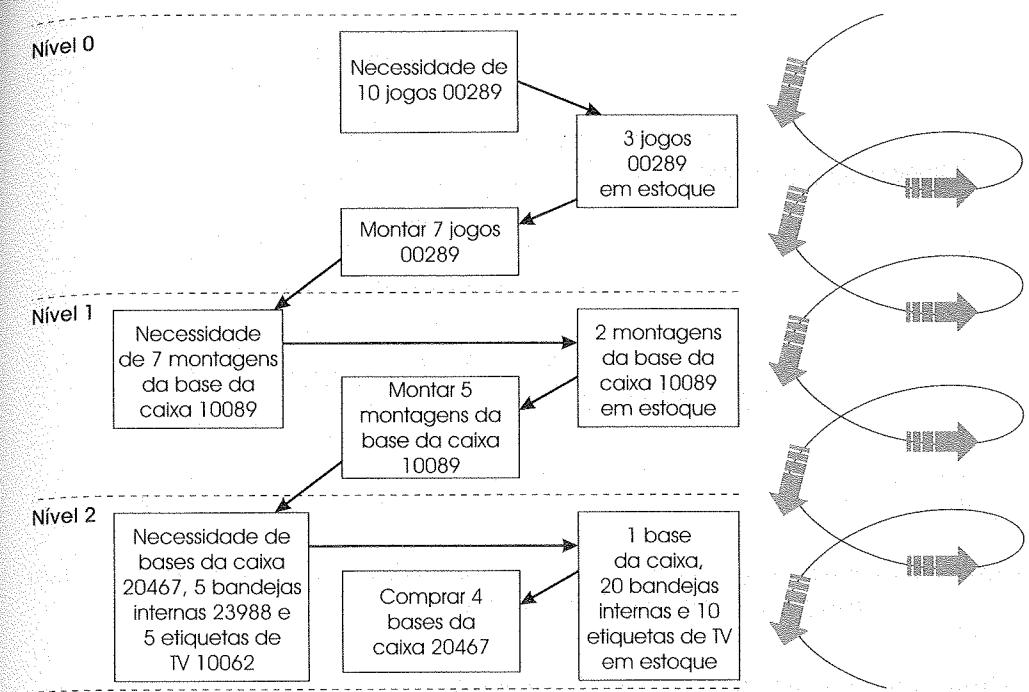


Figura 14.12 Exemplo de cálculo de necessidades líquidas no MRP.

PROGRAMAÇÃO PARA TRÁS

Além de calcular a quantidade de materiais necessários, o MRP também considera quando cada um desses componentes é necessário, isto é, os momentos da programação de materiais. Ele faz isso através de um processo denominado *programação para trás*, que leva em conta o *lead time* de cada nível de montagem. Novamente, utilizando o exemplo do jogo de tabuleiro, vamos assumir que dez jogos completos são necessários para o dia de planejamento que denominaremos dia 35. Para determinar quando deveremos iniciar o trabalho em todos os componentes que fazem parte do jogo, precisamos saber quanto tempo é necessário para cada parte do processo. Esses tempos são chamados de *lead times* e estão armazenados nos arquivos MRP para cada item (veja Tabela 14.5).

Examine agora o gráfico de Gantt, mostrado na Figura 14.13, o qual inclui as informações de *lead time*. Se são necessários dois dias para executar a montagem final, as submontagens devem ser completadas e estar disponíveis na fábrica no início do dia 33. Desta forma, o programa faz a programação para trás para determinar as atividades que devem ser executadas e as ordens de compra que devem ser colocadas. Pode-se ver no exemplo que, para conseguir entregar os jogos completos em tempo, as bandejas internas precisam ser compradas agora.

Dados os *lead times* da Tabela 14.5 e os níveis de estoque mostrados na Tabela 14.6 podem ser gerados os registros MRP mostrados na Figura 14.14.

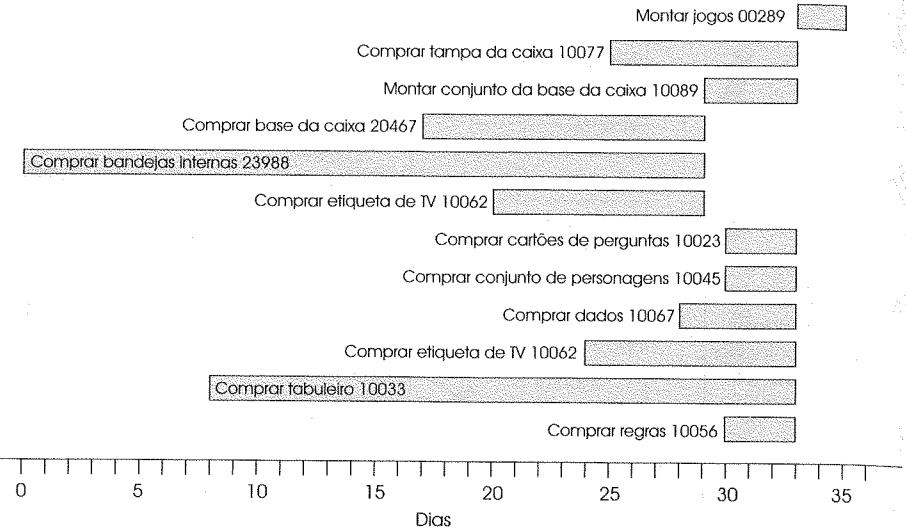


Figura 14.13 Programação para trás no MRP: gráfico de Gantt com a programação para trás para a produção do jogo de tabuleiro.

Tabela 14.5 Programação para trás das necessidades no MRP

Item	Descrição	Lead time (dias)
00289	Jogo de tabuleiro	2
10077	Tampa da caixa	8
10089	Montagem da base da caixa	4
20467	Base da caixa	12
23988	Bandeja interna	29
10062	Etiqueta da TV	8
10023	Conjunto de cartões de perguntas	3
10045	Conjunto de personagens	3
10067	Dado	5
10033	Tabuleiro	25
10056	Folheto de regras	3

Tabela 14.6 *Estoque dos itens do jogo de tabuleiro.*

Item	Descrição	Estoque
00289	Jogo de tabuleiro	23
10077	Tampa da caixa	4
10089	Montagem da base da caixa	2
20467	Base da caixa	1
23988	Bandeja interna	20
10062	Etiqueta da TV	10
10023	Conjunto de cartões de perguntas	0
10045	Conjunto de personagens	0
10067	Dado	0
10033	Tabuleiro	0
10056	Folheto de regras	0

Figura 14.14 Parte dos registros MRP para o jogo de tabuleiro.

As necessidades brutas de cada item, no nível 1, podem ser derivadas diretamente do plano de liberação de ordens do jogo completo. Conseqüentemente, no dia 33, sete tampas, sete montagem da tampa da caixa, sete etiquetas de TV, entre outros, serão necessários. A programação para trás, utilizando-se a programação do *lead time* para cada item do nível 1 gera os momentos da programação de ordens planejadas. De forma similar, os itens do nível 2 que são necessários para que se produza a montagem da base da caixa estão sujeitos ao mesmo procedimento. Note que a etiqueta de TV é tanto um item de nível 1 como de nível 2 e tem suas necessidades brutas geradas a partir do plano de liberação de ordens, tanto do jogo completo como da montagem da base da caixa.

Na realidade, alguns itens só podem ser adquiridos em tamanhos de lote mínimos. Em virtude do tempo e do custo envolvido em preparar uma máquina, pode ser 345

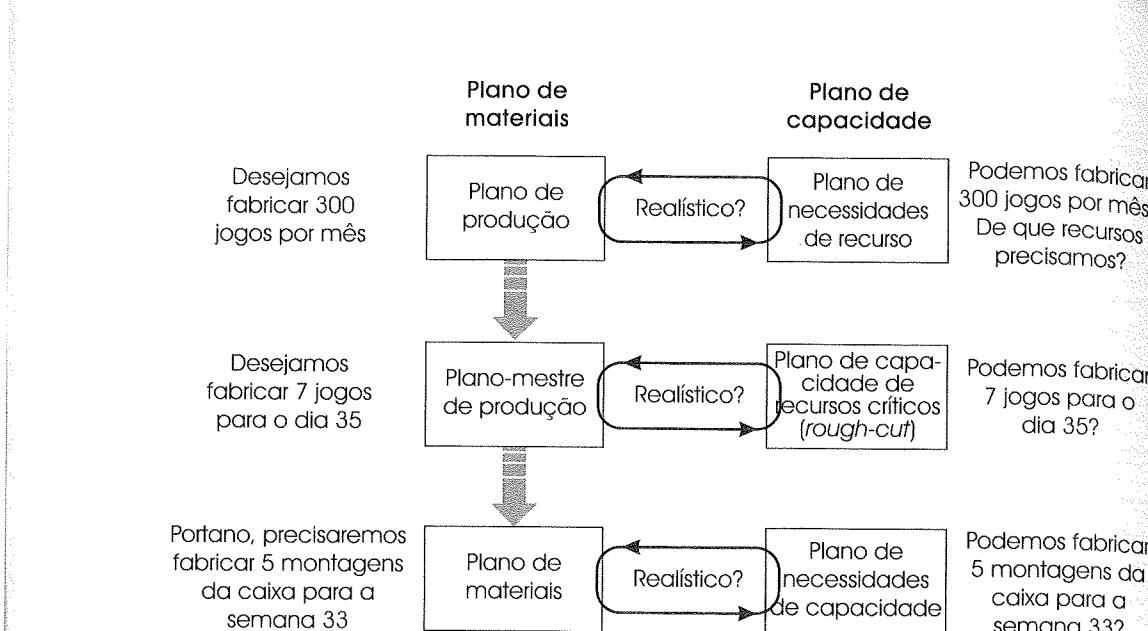


Figura 14.15 MRP de ciclo fechado (com consideração de capacidade de recursos).

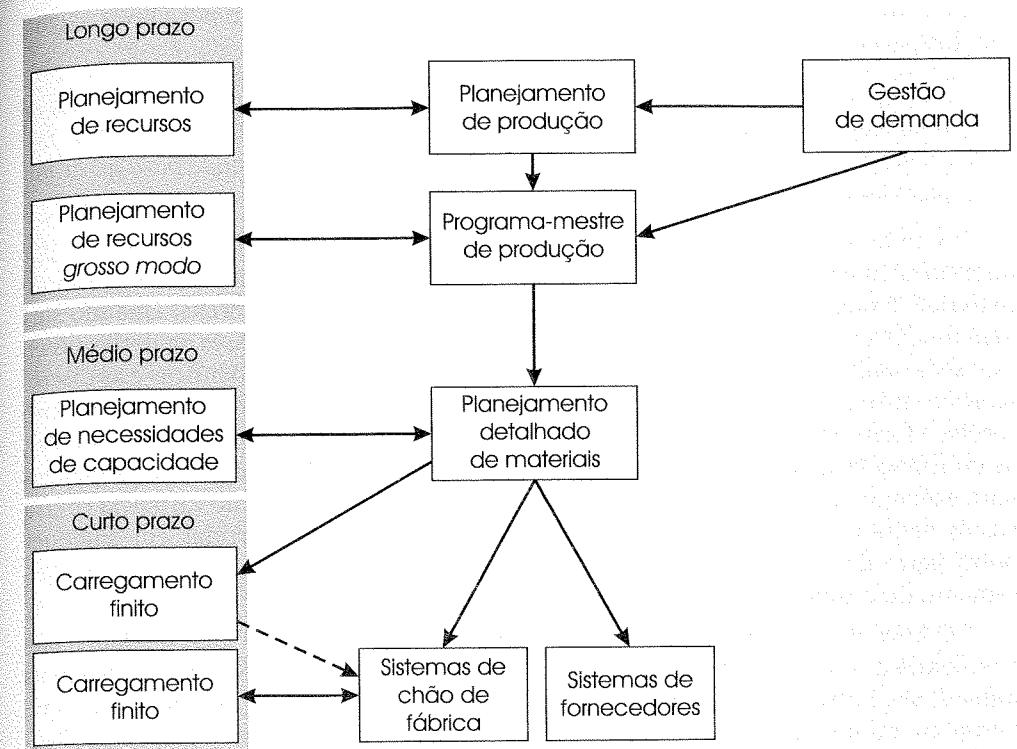
que se considere eficiente utilizar a máquina apenas se for para um tamanho de lote razoável. De forma similar, alguns itens comprados são adquiridos em embalagens fechadas em quantidades tais que permitam que se consiga um desconto, mesmo que dessa forma se esteja comprando mais que o necessário. Outra razão para que algumas empresas produzam ou comprem mais do que eles necessitam no momento é obter uma margem de segurança para o caso de variações não planejadas, tanto na demanda como no fornecimento. Todos esses tópicos que dizem respeito a tamanhos de lote e estoques de segurança foram tratados no Capítulo 12.

PLANO DE NECESSIDADES DE RECURSOS

Os planos de necessidades de recursos são planos estáticos que envolvem a análise do futuro de longo prazo, de forma a prever as necessidades de grandes partes estruturais da unidade produtiva, como o número, a localização e o tamanho de novas unidades. Como eles constituem tentativas de viabilizar a produção no longo prazo, através da obtenção dos recursos necessários, são algumas vezes chamados de “planos de capacidade infinita”, dado que assumem uma habilidade quase infinita de estabelecer dados níveis de produção, caso a demanda garanta sua necessidade.

PLANOS DE CAPACIDADE A GROSSO MODO (RCCP – ROUGH-CUT CAPACITY PLANS)

No médio e curto prazos, os programas mestres de produção devem utilizar a capacidade disponível. O ciclo de realimentação neste nível confronta o MPS somente contra os gargalos e recursos-chaves. Se o MPS não é viável, ele deve ser ajustado. Logo, diferentemente do plano de necessidades de recursos, os planos de capacidade grosso modo são “planos de capacidade finita”, porque devem operar com certas restrições.



Fonte: VOLLMAN, T. E., BERRY, W. L., WHYBARK, D. C. *Manufacturing planning and control systems*. 3. ed. Irwin, 1992. p. 122.

Figura 14.16 MRP de ciclo fechado.

PLANOS DE NECESSIDADES DE CAPACIDADE (CRP – CAPACITY REQUIREMENTS PLANS)

Numa base diária, as ordens de trabalho que devem ser emitidas pelo MRP normalmente têm um efeito variável sobre a carga de equipamentos específicos ou trabalhadores individuais. O CRP projeta esta carga períodos a frente. Ele é um “plano de capacidade infinita”, dado que não leva em conta as restrições de capacidade de cada máquina ou centro de trabalho. Caso esta carga seja oscilante, ela pode ser suavizada através do replanejamento com capacidade finita ou através da alocação temporária de recursos ao setor.

O sistema MRP de ciclo fechado pode ser desenvolvido de modo a gerar planos de curtíssimo prazo, tal como mostrado na Figura 14.16.

Manufacturing resource planning (MRP II)

O MRP I era essencialmente voltado para o planejamento e controle da produção e estoques, em empresas de manufatura. Entretanto, os conceitos têm sido estendidos

a outras áreas da empresa. Este conceito estendido foi denominado por Oliver Wight, um dos pais do MRP, MRP II. Wight⁵ definiu MRP II como:

"um plano global para o planejamento e monitoramento de todos os recursos de uma empresa de manufatura: manufatura, marketing, finanças e engenharia. Tecnicamente, ele envolve a utilização do sistema MRP de ciclo fechado para gerar números financeiros".

Sem os sistemas integrados MRP II, bases de dados separadas são mantidas por diferentes funções da empresa. Por exemplo, uma estrutura de produto ou lista de materiais é mantida, tanto na engenharia como na gestão de materiais. Quando surgem mudanças de engenharia no projeto dos produtos, ambas as bases de dados precisam ser atualizadas. É difícil manter as duas bases completamente idênticas e as discrepâncias entre elas geram problemas, os quais não são notados até que um funcionário receba o fornecimento de peças erradas para manufaturar o produto. De forma similar, as informações de custo das áreas de finanças e contabilidade, as quais são utilizadas para executar atividades de contabilidade gerencial, como análises de variância contra custos-padrão, precisam ser reconciliadas com as mudanças ocorridas em qualquer outra parte da empresa, como mudanças nos processos de manutenção ou processamento de estoques.

O MRP II é baseado em um sistema integrado, contendo uma base de dados que é acessada e utilizada por toda a empresa, de acordo com as necessidades funcionais individuais. Entretanto, apesar de sua dependência de tecnologias de informação que permitam tal integração, o MRP II ainda depende das pessoas para a tomada de decisões. Levy⁶ descreveu isto bem:

"Até que possamos prover a genuína Inteligência Artificial, não há maneira pela qual um computador possa otimizar a miríade de variáveis da manufatura e substituir a inteligência, a intuição e o conhecimento local do pessoal de fábrica."

Em outras palavras, o fechamento do ciclo em sistemas MRP ainda depende fortemente de pessoas para tomar decisões e ações corretivas numa base de minuto a minuto.

O MRP II NA NEGRETTI AVIATION⁷

Os sistemas MRP II podem ser dispendiosos para instalar, mas quando trabalham bem, podem trazer benefícios relativamente rápido. A Negretti Aviation, cujas origens da manufatura datam de 1850, é agora parte da Meggitt Aerospace Division. Ela produz larga gama de instrumentos para uso em aplicações aéreas e marítimas. Tipicamente, cada instrumento contém mais de mil componentes, alguns manufaturados na fábrica e outros fornecidos por muitos diferentes fornecedores. O volume de produção é relativamente baixo porque seus clientes não fabricam navios e aeronaves em grande número, embora adicionalmente à produção de novos produtos há um fluxo constante, ainda que irregular, de trabalhos de reparo e substituição.

5. WIGHT, O. Op. cit., 1984.

6. LEVY (1986).

7. Fonte: MCS information literature, 1983.

Antes que as operações de manufatura da empresa fossem centralizadas numa nova unidade em Fareham, Hampshire (UK), a empresa tinha utilizado uma combinação de métodos manuais de controle de produção e dois diferentes sistemas computadorizados. Este arranjo trazia dificuldades em se lidar com operações de manufatura tão complexas, demanda irregular, além de 54.000 itens. Sua abordagem para o planejamento e controle da produção era descrita como uma tentativa de manter controle a cada ciclo de quatro semanas. A semana 1 era dedicada ao planejamento da produção, as semanas 2 e 3 eram gastos tentando fabricar os produtos e a semana 4 envolvia o apressamento dos pedidos mais importantes para que pudessem ser entregues. A vida da empresa mudou, entretanto, com seu novo sistema MRP, fornecido pela *Manufacturing Control Systems* (MCS). O novo sistema tinha a difícil missão de integrar os dados dos dois antigos sistemas, assim como converter todos os antigos dados tratados manualmente. Mais importante, para que o sistema pudesse trabalhar, todos tinham que ser treinados nos novos procedimentos e que aceitar a mudança na cultura, a qual pudesse reforçar uma postura realística em relação aos sistemas computadorizados, tratando-os não como "varinhas mágicas que farão seus problemas desaparecer", mas como "ferramentas para auxiliar a gestão eficaz do negócio".

Após a completa implementação do sistema, os pedidos incompletos de clientes tinham sido reduzidos em 38%, o estoque em processo havia caído em 26% e o giro de estoques havia aumentado em 43%. O investimento da empresa no novo sistema tinha sido pago em 18 meses.

Optimized production technology (OPT)

Outros conceitos e sistemas têm sido desenvolvidos, os quais reconhecem também a importância de se planejar levando em conta restrições de capacidade, ao invés de sobrecarregar parte do sistema produtivo, não atendendo ao plano. Possivelmente, o mais conhecido é a Teoria das restrições, a qual foi desenvolvida para focalizar a atenção na restrição de capacidade ou gargalo da produção. Através da identificação da localização da restrição e do esforço para removê-la, buscando então nova restrição, a produção está sempre se focalizando naquela parte que determina criticamente o ritmo de produção.

A abordagem que utiliza esta idéia é chamada de *optimized production technology* (OPT). Seu desenvolvimento e seu marketing como um pacote de software proprietário foram iniciados por Eliyahu Goldratt.⁸

O OPT é uma técnica computadorizada que auxilia a programação de sistemas produtivos, ao ritmo ditado pelos recursos mais fortemente carregados, ou seja, os gargalos. Se a taxa de atividade em qualquer parte do sistema excede àquela do gargalo, alguns itens estarão sendo produzidos sem que possam ser utilizados. Se a taxa de trabalho cai abaixo do ritmo no gargalo, todo o sistema é subutilizado.

Há determinados princípios por trás do OPT, os quais demonstram seu foco nos gargalos.

8. GOLDRATT, E. M., COX, J. *The goal*. North River Press, 1986.

Princípios do OPT

1. Balanceie o fluxo, não a capacidade.
2. O nível de utilização de um não gargalo é determinado por alguma outra restrição do sistema, não por sua própria capacidade.
3. Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos.
4. Uma hora perdida num recurso gargalo é uma hora perdida para sempre em todo o sistema.
5. Uma hora poupada num recurso não gargalo é uma miragem.
6. Os gargalos governam tanto a produção como os estoques do sistema.
7. O lote de transferência pode não ser, e muitas vezes não deveria ser, igual ao lote de processamento.
8. O lote de processamento deveria ser variável, não fixo.
9. Os *lead times* são resultados da programação e não podem ser determinados *a priori*.
10. Os programas devem ser estabelecidos olhando-se todas as restrições simultaneamente.

O OPT não deve ser visto como alternativa ao MRP, não sendo impossível utilizar os dois conjuntamente. Entretanto, a base filosófica do OPT, retrodescrita, mostra que ele pode conflitar com a maneira pela qual muitas empresas utilizam seus sistemas MRP na prática. Enquanto o MRP, como um conceito, não prescreve *lead times* fixos ou tamanhos de lote fixos, muitas empresas, por simplicidade, utilizam o MRP fixando tais elementos. Entretanto, como a demanda, o suprimento e o processo de manufatura apresentam todos variações não planejadas numa base dinâmica, os gargalos também são dinâmicos, modificando sua localização e sua severidade. Por esta razão, os *lead times* raramente são constantes ao longo do tempo. De forma similar, se os gargalos determinam a programação, os tamanhos de lote podem alterar-se ao longo da fábrica, dependendo do fato de um centro de trabalho ser um gargalo ou não.

O OPT utiliza a terminologia do “tambor, pulmão, corda” para explicar sua abordagem de planejamento e controle. Utilizando o OPT, o centro de trabalho gargalo transforma-se num “tambor”, batendo o ritmo para o restante da fábrica. Este ritmo determina a programação de setores não gargalo, puxando o trabalho na linha (*a corda*) de acordo com a capacidade do gargalo e não a capacidade do centro de trabalho. Nunca deveria ser permitido trabalhar um gargalo a menos do que a capacidade máxima; consequentemente, *pulmões* de estoque deveriam ser colocados antes do gargalo, de modo a garantir que ele nunca pare por falta de trabalho.

Alguns dos argumentos em prol da utilização do OPT em ambientes MRP são que ele auxilia a focalização nas restrições críticas, além de reduzir a necessidade de planejamento muito detalhado nos setores não gargalo, reduzindo assim o tempo de processamento no MRP.

Resumo

- Os sistemas de planejamento das necessidades de materiais (MRP I) são sistemas de demanda dependente que calculam necessidades de materiais e planos de produção, de modo que atenda pedidos de venda previstos ou conhecidos.

- A lógica dos sistemas MRP I foi estendida para o planejamento de recursos de manufatura (MRP II), que incorpora informações de engenharia, finanças e marketing, num sistema integrado para empresas de manufatura.
- Diferentes tipos de empresas podem depender mais de previsões de vendas ou trabalhar com carteira de pedidos.
- Embora seja desejável que a produção reduza ou elimine sua dependência de previsões, muitas empresas não têm alternativa. Conseqüentemente, seus sistemas de planejamento e controle dependem fortemente da precisão das previsões.
- O plano mestre de produção (MPS) dirige qualquer sistema MRP, devendo ser um plano realístico e viável de quais produtos finais serão feitos e quando.
- As listas de materiais contêm as listas de ingredientes ou componentes que indicam o tipo e a quantidade dos materiais necessários para fabricar qualquer componente.
- Diferentes empresas têm estruturas de produto de diferentes formas.
- Os registros de estoque contêm dados vitais para o funcionamento do MRP, incluindo a identificação inequívoca de cada componente, sua localização, quantas unidades há em estoque e que transações de recebimento e envio foram registradas para qualquer dos itens.
- O processo de cálculo do MRP explode as necessidades dos itens de nível mais alto, através das estruturas de produtos, levando em conta os estoques e os *lead times* em cada nível. O MRP faz a programação para trás, gerando os planos e ordens de materiais.
- Os sistemas MRP de ciclo fechado contêm ciclos de realimentação que garantem a viabilidade dos planos em relação à capacidade disponível.
- Os sistemas MRP II são um desenvolvimento do MRP I que integram muitos processos relacionados ao MRP, embora situados também em outras áreas funcionais que não a manufatura.
- Os sistemas OPT concentram-se na programação dos gargalos do sistema produtivo.

Questões para discussão

1. Qual a diferença entre MRP I e MRP II?
2. Um fabricante de equipamentos eletrônicos de defesa utiliza um sistema MRP para controlar sua produção. Em qualquer instante, ele tem pedidos regulares para seus produtos padrão e pedidos especiais para seus produtos adaptados sob encomenda. Ocionalmente, pedidos especiais de clientes estrangeiros são colocados para seus produtos-padrão. Parte da estratégia competitiva da empresa é oferecer um serviço que inclui manutenção completa, fornecimento de peças de reposição e serviços de refabricação a seus clientes. Quais elementos constituem as fontes de demanda que devem ser informadas ao sistema MRP?
3. Uma empresa faz dois tipos de espelho. O super-espelho contém uma moldura dourada, enquanto o espelho básico tem uma moldura preta lisa. Ambos os espelhos são do mesmo tamanho. Além da moldura, são também necessários uma peça de espelho padrão e uma base. Esses dois últimos itens são os mesmos para os dois

produtos. O *lead time* de fabricação dos dois produtos é de duas semanas, enquanto os *lead times* para o material da moldura é de uma semana, para o corte do espelho é de três semanas e para o corte das bases é de duas semanas. Cada espelho requer dois metros e meio do material da moldura. Não há pedidos até a semana 10 para nenhum dos produtos, quando serão então necessárias 200 unidades de cada tipo. Na semana 11, mais 100 unidades do espelho básico serão necessárias e, na semana 12, 300 unidades do espelho de moldura dourada. O próximo pedido será na semana 14, de 200 unidades de cada tipo. Atualmente, não há estoque de nenhum dos materiais. Utilizando os procedimentos do MRP, gere uma programação para atender a demanda.

4. Desenhe uma estrutura de produtos e uma lista de materiais indexada para o produto descrito a seguir. O produto final A consiste em uma submontagem B e duas submontagens C. A submontagem B consiste em um componente D e dois componentes E. A submontagem C consiste em um componente E, um componente F e dois componentes G.
5. Quais são os diferentes métodos que uma empresa pode utilizar para decidir o que obter em cada momento? Quais são as vantagens e desvantagens de obter somente o que é necessário em cada período?
6. O que significa sistema MRP de ciclo fechado?
7. Uma manufatura produz um produto A que é formado por uma unidade de B e meia unidade de C. Cada unidade de B é formada por uma unidade de D, duas unidades de E e uma unidade de F. Cada unidade de C requer meia unidade de G e três unidades de H. Os *lead times* de fabricação dos componentes são os seguintes:
 A 2 semanas E 3 semanas
 B 1 semana F 1 semana
 C 2 semanas G 2 semanas
 D 2 semanas H 1 semana
 Há 20 unidades em estoque de cada um desses componentes. São necessárias 100 unidades de A para entrega em sete semanas.
 a. Elabore a estrutura de produto e a lista de materiais indexada para o produto.
 b. Elabore um plano de necessidades brutas para o fabricante do produto.
 c. Elabore um plano de necessidades líquidas para o fabricante do produto.

Leituras complementares selecionadas

- BERRY, W. L. Lots sizing procedures for requirements planning systems: a framework for analysis. *Production and Inventory Management*, v. 13, 2nd Quarter, 1972
- BERRY, W. L., MABERT, V. A. ITEC: an integrated manufacturing instructional exercise. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 6, 1992
- BURNS, O. M., TURNIPSEED, D., RIGGS, W. E. Critical success factors in manufacturing resource planning implementation. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 11, nº 4, 1991.
- BUXEY, G. Production planning and scheduling for seasonal demand. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 7, 1993.

- MILLER, J. G., SPRAGUE, L. G. Behind the growth in material requirements planning. *Harvard Business Review*, v. 13, Sept./Oct. 1975.
- ORLICKY, J. *Material requirements planning*. McGraw-Hill, 1975.
- PRIMROSE, P. L. Selecting and evaluating cost effective MRP and MRP II. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 10, nº 1, 1990.
- SHAH, S. Optimum order cycles in MRP form a geometric progression. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 11, nº 5, 1991.
- STEINBERG, E. E., KHUMAWALA, B., SCAMELL, R. Requirements planning systems in health care environment. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 2, nº 4, 1982.
- VOLMANN, T. E., BERRY, W. L., WHYBARK, D. C. *Manufacturing planning and control systems*. 3. ed. Irwin, 1992.
- WHITE, E. M., ANDERSON, J. C., SCHROEDER, R. G., TUPY, S. E. A Study of the MRP implementation process. *Journal of Operations Management*, v. 2, nº 3, 1982.
- WIGHT, O. W. *The executive's guide to successful MRP II*. Prentice-Hall, 1982.

PLANEJAMENTO E CONTROLE JUST IN TIME

INTRODUÇÃO

O Capítulo 14 descreveu o MRP, uma abordagem usual para o planejamento e controle da produção. Este capítulo analisa uma abordagem mais recente, a qual aborda o mesmo tema e cujas implicações globais ainda estão sendo descobertas pelos gerentes de produção. Esta abordagem recebeu a denominação simplista de *just in time* (JIT). Neste capítulo, vamos examinar o *just in time* (JIT), tanto como uma filosofia quanto como um método para o planejamento e controle das operações. Isto significa que, em boa parte do capítulo, nos manteremos com uma visão focalizada de *just in time*, concentrando-nos em seus aspectos de planejamento e controle, embora, na prática, ele tenha implicações muito mais amplas no que se refere ao aprimoramento do desempenho da produção. Na verdade, muitas das implicações do *just in time* estão abordadas em boa parte do material apresentado neste livro. Os princípios do *just in time* que consistiram numa mudança radical, em relação à prática tradicional de produção, no início dos anos 80, têm-se tornado a esperança da gestão de operações. Em suma, o capítulo analisa a questão “O que é o

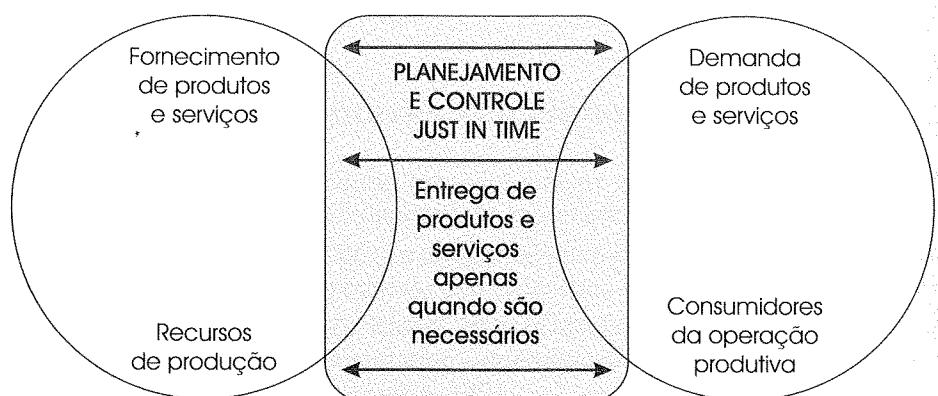


Figura 15.1 O planejamento e controle just in time visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios.

just in time e qual é seu impacto no planejamento e controle das operações?” Colocado de outra forma, “Quais são as implicações de organizar o fornecimento de bens (e por vezes serviços) para trabalhar literalmente *just in time*, para que sejam utilizados por seus clientes internos ou externos?” A Figura 15.1 ilustra o conceito do planejamento e controle JIT.

OBJETIVOS

Este capítulo irá examinar:

- o significado do JIT e suas diferenças em relação à prática tradicional;
- a filosofia global do JIT e suas origens na manufatura e cultura japonesas;
- a gama de técnicas que são normalmente associadas à produção JIT;
- as técnicas específicas de planejamento e controle JIT;
- alguns exemplos de aplicações do JIT em organizações de serviço;
- como as abordagens JIT e MRP podem coexistir e como as empresas podem escolher entre as duas.

Que é o *just in time*?

Em seu aspecto mais básico, pode se tomar o conceito literal do JIT – o JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não se transformem em estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar. Além deste elemento temporal do JIT, podemos adicionar as necessidades de qualidade e eficiência. Uma possível definição de JIT pode ser a seguinte:

*O JIT visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios.*¹

Alternativamente, para aqueles que preferem uma definição mais completa:

*O just in time (JIT) é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia-chave do JIT é a simplificação.*²

Note-se, entretanto, que a primeira definição apresenta os objetivos do *just in time*, isto é, a adoção da abordagem JIT na gestão da produção não implica que estes objetivos serão atingidos imediatamente. Ao invés disso, ela descreve uma situação

1. BICHENO, J. *Implementing just in time*. IFS, 1991.

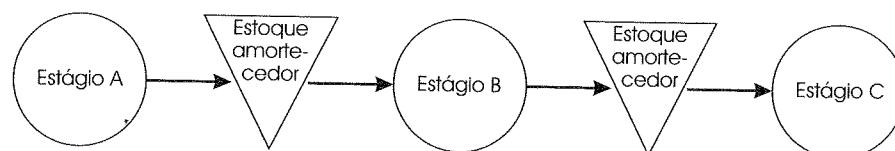
2. VOSS, C. A. In: VOSS, C. A. (Org.). *Just in time Manufacture*. IFS, Springer/Verlag, 1987.

cujo atingimento a abordagem *just in time* ajuda a conseguir. Contudo, nenhuma definição de JIT engloba todas suas implicações para a gestão de operações. É por isso que existem tantas frases e termos para descrever a abordagem JIT. Por exemplo:

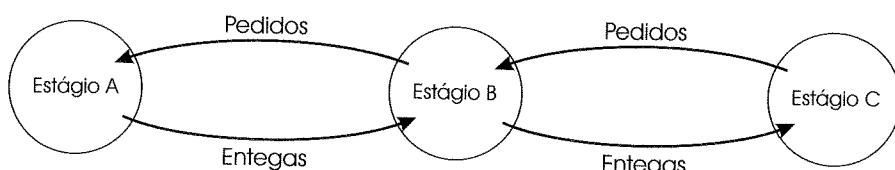
- manufatura de fluxo contínuo;
- manufatura de alto valor agregado;
- produção sem estoque;
- produção com pouco estoque;
- manufatura veloz;
- manufatura enxuta;
- processo induzido de resolução de problemas;
- manufatura de tempo de ciclo reduzido.

A melhor maneira de compreender como a abordagem JIT difere da abordagem tradicional de manufatura é analisar o contraste entre os dois sistemas de manufatura simplificados da Figura 15.2. A abordagem tradicional assume que cada estágio no processo de manufatura envia os componentes que produz para um estoque, o qual “isola” aquele estágio do próximo estágio do processo. Este próximo estágio irá (eventualmente) suprir-se dos componentes desse estoque, processá-los e enviá-los para o próximo estoque isolador. Esses estoques não são acidentais; eles estão lá para isolar cada estágio de seus vizinhos. Este estoque faz com que cada estágio seja relativamente independente, de modo que, por exemplo, se o estágio A interrompe sua produção por alguma razão (por uma quebra de máquina ou falta de componentes), o estágio B deve continuar trabalhando, ao menos por algum tempo. O estágio C pode continuar trabalhando por mais tempo ainda, dado que há dois estoques isoladores para serem consumidos, antes que ele tenha que parar de trabalhar. Quanto maior o estoque isolador, maior é o grau de independência entre os estágios, portanto menor é o distúrbio causado quando ocorre o problema. Este isolamento é conseguido à custa de estoque (capital empurrado) e com altos tempos de travessamento (resposta lenta ao mercado); contudo, ele realmente permite que cada estágio opere de maneira ininterrupta e, consequentemente, eficiente.

(a) Abordagem tradicional – estoques separam estágios



(b) Abordagem JIT – entregas são feitas contra solicitação



356 Figura 15.2 Fluxo (a) tradicional e (b) JIT entre estágios.

O principal argumento contra esta abordagem tradicional recai sobre a própria condição que ela visa promover, ou seja, a independência entre os estágios produtivos. Quando um problema ocorre num dado estágio, este problema não se torna imediatamente aparente em outros estágios do sistema. A responsabilidade pela resolução do problema estará centralizada no pessoal daquele estágio, fazendo-se com que as consequências do problema não sejam transmitidas ao resto do sistema. Entretanto, compare esta posição com aquela ilustrada no sistema da parte inferior da Figura 15.2, que constitui um exemplo extremo de JIT. Neste caso, os componentes são produzidos e passados diretamente para o próximo estágio “justamente no momento” em que serão processados. Os problemas, em qualquer estágio, têm um efeito bastante diferente num sistema desse tipo. Por exemplo, se o estágio A interrompe sua produção, o estágio B perceberá imediatamente e o estágio C logo depois. O problema do estágio A é agora rapidamente exposto a todo o sistema e todo o sistema é afetado pelo problema. Uma consequência disso é que a responsabilidade pela resolução do problema não está mais confinada ao pessoal do estágio A, mas é agora compartilhada por todos. Isto amplia consideravelmente as chances de que o problema seja resolvido, pelo simples fato de que agora ele é muito importante para ser ignorado. Em outras palavras, evitando o acúmulo de estoques entre estágios, a empresa amplia as chances de a eficiência intrínseca da fábrica ser aprimorada.

Embora simplificado, este exemplo ilustra as diferenças entre as abordagens tradicional e JIT. Embora ambas visem à alta eficiência na produção, elas tomam caminhos diversos para conseguir isso. A abordagem tradicional busca a eficiência protegendo cada parte da produção de possíveis distúrbios. Longas corridas ininterruptas de produção constituem o estado ideal. A abordagem *just in time* tem uma visão oposta. A exposição do sistema aos problemas (embora não tão rápida como no nosso exemplo simplificado), pode tanto torná-los mais evidentes, como mudar a “estrutura motivacional” de todo o sistema, em direção à solução dos problemas. O *just in time* vê os estoques como um “manto negro” que recai sobre o sistema de produção, evitando que os problemas sejam descobertos. A idéia do encobrimento dos efeitos do estoque é normalmente ilustrada na Figura 15.3. Os muitos problemas da produção são mostrados como pedras no leito de um rio, as quais não podem ser vistas em virtude da profundidade da água. A água, nesta analogia, representa o estoque na produção. Ainda que as pedras não possam ser vistas, elas reduzem o fluxo do rio e causam turbulência. A redução gradual do nível da água (estoque) expõe o pior dos problemas, que pode agora ser resolvido, após o que, o nível da água é reduzido mais ainda, expondo outros problemas e assim por diante.

O mesmo argumento pode ser utilizado para caracterizar o relacionamento entre estágios de produção, numa escala maior, na qual cada estágio é uma macrooperação. Aqui, os estágios A, B e C poderiam ser uma empresa fornecedora, uma empresa de manufatura e uma empresa cliente, respectivamente. Neste nível, as duas abordagens são a abordagem tradicional de produção em massa e a operação JIT.

O que o JIT requer

Esta abordagem JIT coloca novas demandas importantes para a função de manufatura. Na verdade, o JIT requer idealmente alto desempenho em todos os objetivos de desempenho da produção.

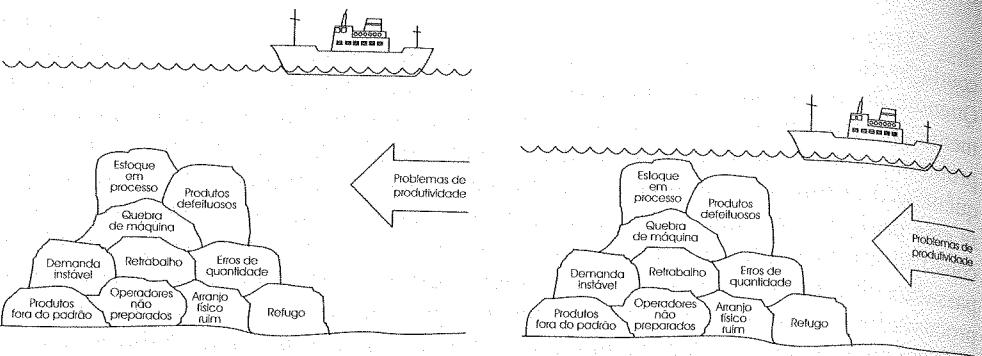


Figura 15.3 A redução do nível de estoque (água) permite que a gerência (navio) veja os problemas da produção (pedras) e procure reduzi-los.

- A **qualidade** deve ser alta porque distúrbios na produção devidos a erros de qualidade irão reduzir o fluxo de materiais, reduzir a confiabilidade interna de fornecimentos, além de gerar o aparecimento de estoques, caso os erros reduzam a taxa de produção em algum ponto da operação.
- A **velocidade**, em termos de rápido fluxo de materiais, é essencial caso se pretenda atender à demanda dos clientes diretamente com a produção, ao invés de através dos estoques.
- A **confiabilidade** é um pré-requisito para um fluxo rápido ou, olhando por outro lado, é muito difícil atingir fluxo rápido se o fornecimento de componentes ou os equipamentos não são confiáveis.
- A **flexibilidade** é especialmente importante para que se consiga produzir em lotes pequenos, atingindo-se fluxo rápido e *lead times* curtos. Estamos referindo-nos, aqui, principalmente às flexibilidades de *mix* e de volume, tal como descritas no Capítulo 2.

JIT – Uma filosofia e um conjunto de técnicas

Para entender o JIT, deve-se analisá-lo em dois níveis. No aspecto mais geral, o JIT é normalmente chamado de uma *filosofia* de manufatura: isto é, o JIT dá uma visão clara, a qual pode ser utilizada para guiar as ações dos gerentes de produção na execução de diferentes atividades em diferentes contextos. Ao mesmo tempo, o JIT é uma coleção de várias *ferramentas e técnicas*, as quais fornecem as condições operacionais para suportar esta filosofia. Muitas dessas ferramentas e técnicas são bem conhecidas fora da esfera do JIT e se relacionam com atividades cobertas em outros capítulos deste livro. Outras técnicas referem-se especificamente à maneira pela qual a produção é planejada e controlada no regime JIT. Este capítulo resume a filosofia JIT, situa algumas das técnicas descritas em outras partes deste livro, tratando com mais detalhe dos aspectos de planejamento e controle do JIT (veja Figura 15.5).

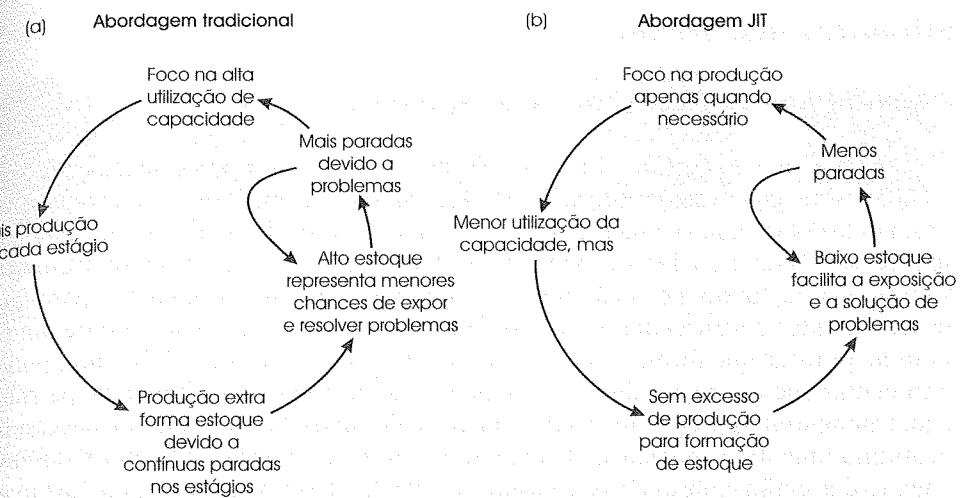


Figura 15.4 As diferentes visões de utilização de capacidade nas abordagens (a) tradicional e (b) JIT.

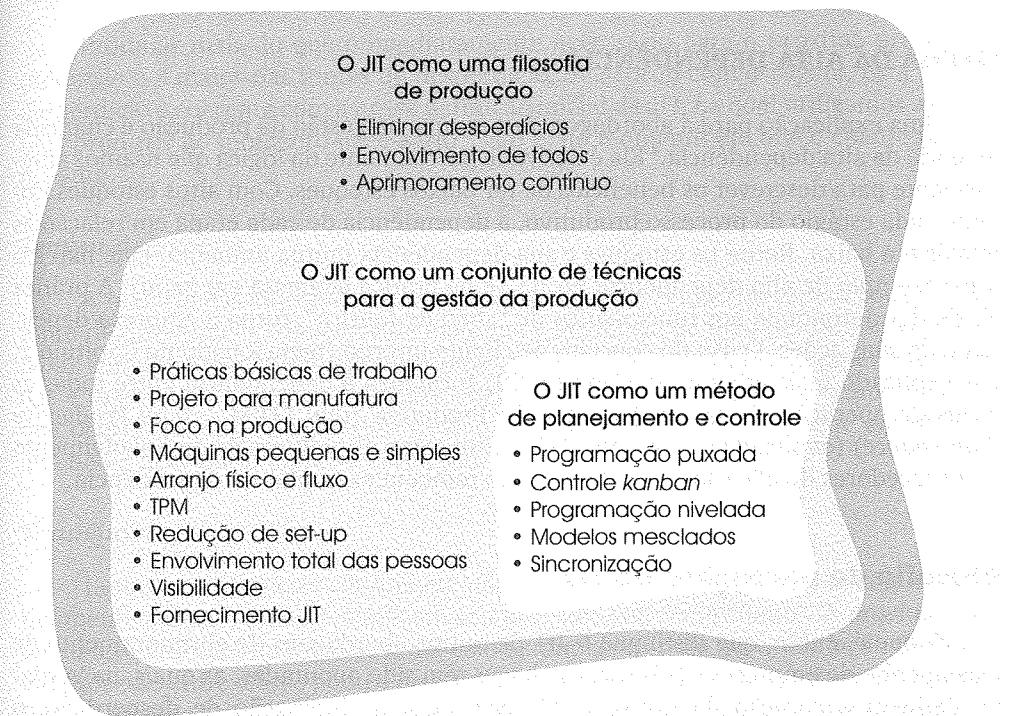


Figura 15.5 O JIT é uma filosofia, um conjunto de técnicas e um método de planejamento e controle.

Filosofia just in time

Filosofia just in time e prática japonesa

O JIT é uma expressão ocidental para uma filosofia e uma série de técnicas desenvolvidas pelos japoneses. A filosofia está fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-las cada vez melhor e em eliminar todos os desperdícios em cada passo do processo. O líder do desenvolvimento do JIT no Japão foi a Toyota Motor Company. A estratégia da Toyota no Japão tem sido aproximar progressivamente a manufatura de seus clientes e fornecedores. Isso foi feito através do desenvolvimento de um conjunto de práticas que formaram o que atualmente chamamos de JIT. De fato, pode-se argumentar que as origens do JIT estão na reação da Toyota ao “choque do petróleo”, o qual aumentou os preços do produto no início dos anos 70.³ A resultante necessidade de aprimoramento da eficiência da manufatura forçou a Toyota a acelerar o desenvolvimento dos então embrionários conceitos do JIT. Os desenvolvimentos da Toyota e de outras empresas japonesas foram sem dúvida incentivados pela cultura e pelas circunstâncias econômicas nacionais. A atitude do Japão em relação ao desperdício (“Dê importância a cada grão de arroz”), juntamente com sua posição de país superpovoado e com escassez de recursos, formaram condições ideais para o desenvolvimento de uma filosofia de manufatura que enfatiza pouco desperdício e alto valor agregado.

TEORIA DA ALTA DEPENDÊNCIA

Uma explicação para a abordagem *just in time* na gestão da produção é chamada de teoria da alta dependência.⁴ Ela é derivada parcialmente da lógica que usamos anteriormente para descrever os benefícios de ter baixos estoques. Com altos estoques isolando cada estágio do processo produtivo, a dependência de cada etapa em relação às demais era baixa. Retire os estoques e sua dependência mútua aumenta. Este não é o único exemplo de alta dependência no JIT (e na prática japonesa em geral). A prática JIT de dar autonomia aos funcionários de “chão de fábrica”, torna a empresa dependente de suas ações. O uso do conceito de cliente interno (mencionado no Capítulo 1, mas explicado mais adiante no Capítulo 20) formaliza a dependência entre todas as partes da operação. O uso da Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*) (explicada no Capítulo 19), assim como as políticas de desenvolvimento de fornecedores do JIT (do Capítulo 13), são também exemplos de dependência.

Filosofia de operações do JIT

O que é, então, que distingue o JIT de outras abordagens de aprimoramento de desempenho de empresas? Três razões-chaves têm sido apontadas, as quais, na verdade, definem o coração da filosofia JIT.⁵ São elas: a eliminação de desperdício, o envolvimento dos funcionários na produção e o esforço de aprimoramento contínuo. Analisaremos uma de cada vez.

3. VOSS, C. A. Op. cit.

4. OLIVER, N., WILKINSON, B. *The japanisation of british industry*. Basil Blackwell, 1988.

5. HARRISON A. *Just in time in perspective*. Prentice-Hall, 1992.

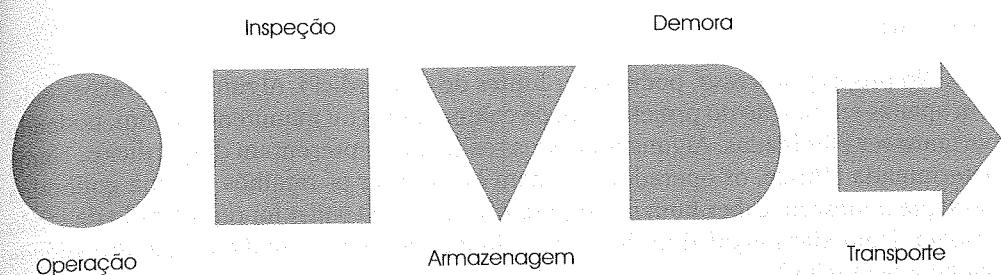


Figura 15.6 Nem todos esses símbolos do fluxograma representam agregação de valor na produção.

ELIMINAR DESPERDÍCIOS

O desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agrupa valor.

A Toyota identificou sete tipos de desperdício, os quais acredita-se serem aplicáveis em vários tipos de operações diferentes – tanto de serviço como de manufatura.

Superprodução

Producir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo na produção é a maior das fontes de desperdício, de acordo com a Toyota. Esta fonte de desperdício é coerente com a nossa definição inicial de JIT, na qual utilizamos a expressão “produzir no momento necessário”, isto é, no momento em que o cliente requer o produto.

Tempo de espera

A maioria das empresas está consciente de que o tempo de espera constitui uma fonte de desperdício. Eficiência de máquina e eficiência de mão-de-obra são duas medidas comuns e são largamente utilizadas para avaliar os tempos de espera de máquinas e mão-de-obra, respectivamente. Menos óbvio é o montante de tempo de espera que ocorre quando os operadores estão ocupados produzindo estoque em processo, que não é necessário naquele momento.

Transporte

Embora o transporte claramente não agregue valor ao produto, as empresas normalmente aceitam esta atividade em seu processo como um “dado”. A movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo entre vários pontos de estocagem, pode tornar-se parte da prática padrão. Por exemplo, a Raleigh Industries, um fabricante de bicicletas, descobriu no início de seu programa de aprimoramento que o quadro da bicicleta viajava um total de 10,5 km pela fábrica. Mudanças no arranjo físico que aproximam os estágios do processo, aprimoramento nos métodos de transporte e na organização no local de trabalho são fatores importantes na redução dos desperdícios.

Processo

No próprio processo, pode haver fontes de desperdício. Algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção ruim, podendo portanto ser eliminadas. Alguns processos realmente representam desperdícios. Numa determinada fábrica, os operadores tinham que dobrar os retalhos de uma guilhotina para que pudessem caber num *pallet* para transporte. O *pallet* foi reprojetoado de modo a poder acomodar longas tiras de metal, eliminando, por consequência, a necessidade daquela operação.⁶

Estoque

Dentro da filosofia JIT, todo estoque se torna um alvo para a eliminação. Segundo o JIT, pode-se distinguir uma companhia excelente de uma medíocre através do montante do estoque que ela carrega. Entretanto, somente podem-se reduzir os estoques através da eliminação de suas causas.

Movimentação

Um operador pode parecer ocupado porque ele está procurando uma caixa de componentes desaparecida ou indo até o escritório do supervisor para receber outra ordem de produção. O valor agregado dessas atividades é nulo. A simplificação do trabalho através do aprimoramento de moldes e dispositivos é uma rica fonte de redução de desperdício de movimentação.

Produtos defeituosos

O desperdício de qualidade é normalmente bastante significativo nas empresas, mesmo que as medidas reais de qualidade sejam limitadas. Os indicadores de refugo mostram os custos de material e talvez parte do custo da mão-de-obra envolvidos na produção com qualidade ruim. Distúrbios no sistema de controle de produção, ações no apressamento de ordens, assim como a falha em fornecer como o prometido, são entretanto menos visíveis.

ENVOLVIMENTO DE TODOS

A filosofia JIT é normalmente vista como um sistema “total”. Ela visa fornecer diretrizes que incluem todos os funcionários e todos os processos na organização. Uma cultura organizacional adequada tem sido vista como importante fator para apoiar esses objetivos, através da ênfase no envolvimento de todos os funcionários da organização. Esta nova cultura é algumas vezes vista como um sinônimo da “qualidade total” e é discutida em detalhe no Capítulo 20. De fato, o JIT e a Qualidade Total têm muitos aspectos em comum e são normalmente encaradas como um conjunto como “JIT-TQM” (*Total Quality Management*).

362 6. Citado em HARRISON, A. Op. cit.

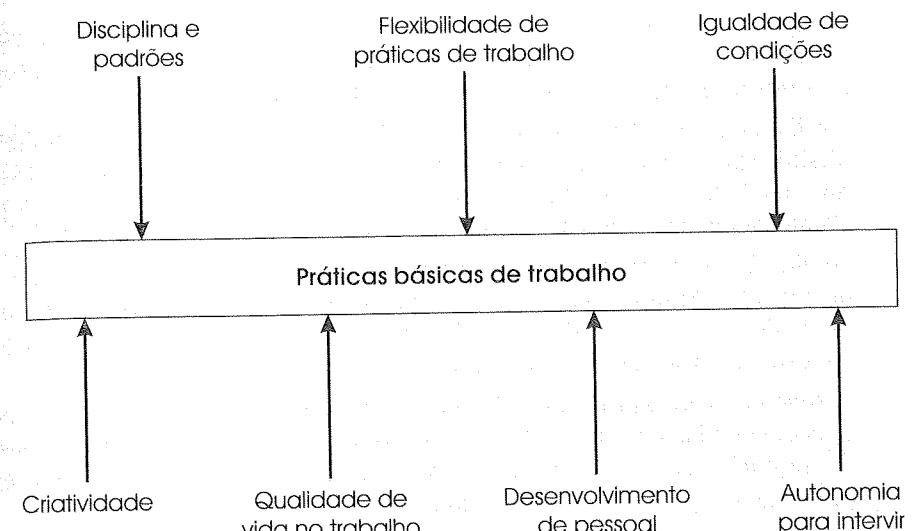


Figura 15.7 Práticas básicas de trabalho no JIT.

APRIMORAMENTO CONTÍNUO

Os objetivos do JIT são normalmente expressos como ideais, como na nossa definição anterior (...) “atender à demanda no momento exato com qualidade perfeita e sem desperdício”. Ainda que o desempenho de qualquer organização possa estar bem longe desses ideais, uma crença fundamental do JIT é a de que é possível aproximar-se deles ao longo do tempo. Sem tais crenças para dirigir o progresso, os defensores do JIT afirmam que o aprimoramento será muito mais transitório do que contínuo. É por isso que o conceito de aprimoramento contínuo é uma parte tão importante da filosofia JIT. Se os objetivos do JIT são estabelecidos em termos de ideais, os quais organizações individuais podem nunca alcançar, a ênfase então deve estar na forma com a qual uma organização se aproxima deste estado ideal. A palavra japonesa para o aprimoramento contínuo é *kaizen*, e é uma parte-chave da filosofia JIT. Ela é explicada por completo no Capítulo 18.

Técnicas JIT

A “casa de máquinas” do JIT é uma coleção de ferramentas e técnicas, que representam os meios para a eliminação do desperdício.

Práticas básicas de trabalho

Elas formam a preparação básica para a organização e para seus funcionários e são fundamentais na implementação do JIT.⁷ “As práticas básicas de trabalho”, de acordo com os princípios do JIT, são resumidas na Figura 15.7.

7. Citado em HARRISON, A. Op. cit.

- Disciplina.* Os padrões de trabalho que são críticos para a segurança dos membros da empresa e do ambiente, assim como para a qualidade do produto, devem ser seguidas por todos e por todo o tempo.
- Flexibilidade.* Deve ser possível expandir as responsabilidades ao limite da qualificação das pessoas. Isto se aplica tanto aos gerentes quanto ao pessoal do chão de fábrica. As barreiras à flexibilidade, como as estruturas organizacionais e práticas restritivas, devem ser removidas.
- Igualdade.* Políticas de recursos humanos injustas e separatistas devem ser descartadas. Muitas organizações tradicionais oferecem condições diferentes para diferentes níveis de pessoal: estacionamentos e refeitórios especiais para funcionários de escritório, por exemplo.
- Autonomia.* Outro princípio é delegar cada vez mais responsabilidade às pessoas envolvidas nas atividades diretas do negócio, de tal forma que a tarefa da gerência seja a de dar suporte ao chão de fábrica. Tal autonomia está presente na operação JIT em atividades como as seguintes:
 - Autoridade para parar a linha.
 - Programação de materiais.
 - Coleta de dados: dados relevantes ao monitoramento do desempenho do chão de fábrica são coletados e utilizados pelo pessoal do chão de fábrica.
 - Resolução de problemas.
- Desenvolvimento de pessoal.*
- Qualidade de vida no trabalho.* Por exemplo:
 - envolvimento no processo de decisão;
 - segurança de emprego;
 - diversão;
 - instalações da área de trabalho.
- Criatividade.*

Projeto para a manufatura

Estudos em empresas automobilísticas e aeroespaciais têm mostrado que o projeto determina de 70% a 80% dos custos de produção.⁸ Aprimoramentos do projeto podem reduzir dramaticamente o custo do produto através de mudanças no número de componentes e submontagens, além do melhor uso de materiais e métodos. Melhorias desta magnitude normalmente não são possíveis somente através de aprimoramento da eficiência da manufatura.

Foco na operação

O conceito por trás do foco nas operações é que a simplicidade, a repetição e a experiência trazem competência.⁹

8. WHITNEY, D. E. Manufacturing by design. *Harvard Business Review*, July/Aug. 1990.
9. SKINNER, W. *Manufacturing in the corporate strategy*, Wiley, 1978.

Máquinas simples e pequenas

O princípio por trás dessa técnica é o de que várias máquinas pequenas sejam usadas, ao invés de uma máquina grande. Da mesma forma, equipamento barato e feito em casa pode ser utilizado para modificar máquinas universais, de tal forma que elas possam operar de forma mais confiável, sejam mais fáceis de manter e produzam melhor qualidade ao longo do tempo. Isto requer que qualificação de engenharia esteja disponível dentro da empresa.

Arranjo físico e fluxo

Técnicas de arranjo físico podem ser utilizadas para promover um fluxo suave de materiais, de dados e de pessoas na operação. Fluxo é um importante conceito no JIT. Longas rotas de processos ao longo da fábrica fornecem oportunidades para a geração de estoques, não agregam valor aos produtos e reduzem a velocidade de atravessamento de produtos; todos aspectos contrários aos princípios do JIT. Considerações sobre arranjo físico e fluxo foram descritas no Capítulo 7. Os princípios de arranjo físico que o JIT particularmente recomenda são:

- situar os postos de trabalho próximos uns dos outros, de forma que não seja necessária a geração de estoques;
- situar os postos de trabalho de modo que todo o conjunto de postos que fazem determinado componente estejam visíveis uns aos outros, tornando o fluxo transparente para todas as partes da linha;
- usar linhas em forma de U, de forma que os funcionários possam se movimentar entre postos de trabalho para balancear a capacidade;
- adotar arranjo físico celular (veja o Capítulo 7).

Manutenção produtiva total (TPM)

A TPM visa eliminar a variabilidade em processos de produção, a qual é causada pelo efeito de quebras não planejadas. Isto é alcançado através do envolvimento de todos os funcionários na busca de aprimoramentos na manutenção. Os donos de processos são incentivados a assumir a responsabilidade por suas máquinas e a executar atividades rotineiras de manutenção e reparo simples. Fazendo isso, os especialistas em manutenção podem, então, ser liberados para desenvolver qualificações de ordem superior, para melhores sistemas de manutenção. A TPM é tratada com mais detalhe no Capítulo 19.

Redução de Set-up

O tempo de set-up é definido como o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote. Compare o tempo que você leva para trocar o pneu de seu carro com o tempo levado por uma equipe de Fórmula 1. Os tempos de set-up podem ser reduzidos através de uma variedade de métodos, como, por exemplo, eliminar o tempo necessário para a busca de

ferramentas e equipamentos, a pré-preparação de tarefas que retardam as trocas e a constante prática de rotinas de *set-up*. Normalmente, mudanças mecânicas relativamente simples podem reduzir os tempos de *set-up* consideravelmente.

Envolvimento total das pessoas

O envolvimento total das pessoas¹⁰ pode ser visto como uma extensão das “práticas básicas de trabalho”. Entretanto, ele prevê que os funcionários assumam muito mais responsabilidades no uso de suas habilidades para o benefício da companhia como um todo. Eles são treinados, capacitados e motivados a assumir total responsabilidade sob todos os aspectos de seu trabalho. Por outro lado, confia-se que irão assumir tais responsabilidades com autonomia em sua própria área de trabalho. Espera-se que os funcionários participem de atividades como as seguintes:

A FLEXIBILIDADE AJUDA O JUST IN TIME NA L'ORÉAL¹¹

A L'Oréal Cosmetics é agora o maior grupo mundial de cosméticos e artigos de toalete, com presença em mais de 140 diferentes países. No Reino Unido, suas instalações de 45.000 metros quadrados produzem 1.300 linhas de produtos, num ambiente absolutamente limpo, que se compara a uma fábrica farmacêutica em termos de higiene, segurança e qualidade. A fábrica tem 55 linhas de produção e 45 diferentes processos de produção e os sistemas de manufatura empregados são de tal flexibilidade que permitem que cada uma das 1.300 linhas de produtos seja produzida a cada dois meses. Isto significa mais de 150 diferentes linhas a cada semana. Mas a fábrica não foi sempre assim tão flexível. Ela foi forçada a ampliar sua flexibilidade pela necessidade de despachar 80 milhões de itens a cada ano. O trabalho logístico envolvido na aquisição, produção, armazenamento e distribuição deste volume e variedade de produtos, levou-a ao seu atual foco de introduzir os princípios de JIT nos processos de manufatura.

Para auxiliar seu esforço rumo à flexibilidade e à produção *just in time*, a L'Oréal organizou seu complexo em três centros de produção, cada um deles autônomo e focalizado em famílias técnicas de produtos. Seus processos e linhas de produção são então focalizados em subconjuntos de produtos. O responsável por todas as atividades desde a pré-pesagem até o despacho de sua área é o Gerente do Centro de Produção, sendo também de sua responsabilidade o desenvolvimento, o treinamento e a motivação do pessoal. Dentro dos centros de produção focalizados, grupos de aprimoramento têm trabalhado na melhoria da flexibilidade, da qualidade e da eficiência do chão de fábrica. Um dos projetos reduziu os tempos de *set-up* na linha que produz colorações para cabelo, de 2,5 horas para apenas 8 minutos. Esses novos tempos de troca permitem que a empresa agora possa utilizar lotes menores, dando-lhe a flexibilidade necessária para atender a seus mercados *just in time*. Antes da redução no tempo de *set-up*, o tamanho do lote era de 30.000 unidades; agora lotes de 2.000 a 3.000 unidades já podem ser produzidos a custos viáveis.

10. HALL, R. *Attaining manufacturing excellence*. Dow Jones/Irwin, 1987.

11. **Fonte:** Behind the face of beauty: manufacturing flexibility for the mass market. *Europlus*, Jan. 1994.

- a seleção de novos funcionários;
- a negociação direta com fornecedores;
- a auto-avaliação de desempenho e tendências de melhoria;
- a utilização do orçamento de melhorias;
- o planejamento e a revisão do trabalho;
- a negociação direta com o cliente.

Visibilidade

Problemas, projetos de melhoria de qualidade e listas de verificação de operações são visíveis e exibidas de forma que possam ser facilmente vistas e compreendidas por todos os funcionários. As medidas de visibilidade incluem:

- exibição de medidas de desempenho no local de trabalho;
- luzes coloridas indicando paradas;
- exibição de gráficos de controle da qualidade (veja Capítulo 17);
- listas de verificação e técnicas de melhoria visíveis;
- uma área separada exibindo exemplos de produtos e produtos de concorrentes, juntamente com exemplos de produtos bons e defeituosos;
- sistemas de controle visual como *kanbans*;
- arranjo físico de locais de trabalho sem divisórias.

Fornecimento JIT

O fornecimento *just in time* materializa o significado popular do termo “JIT” e forma a visão de componentes, chegando ao processo de montagem *just in time* (justamente no momento necessário). Na verdade, uma interpretação errada desta visão foi disseminada entre empresas de manufatura não japonesas, que costumavam forçar seus fornecedores a entregas *just in time*, contribuindo pouco ou nada para aprimorar o fluxo logístico. O fornecimento JIT é, na verdade, uma área muito rica para a atividade de aprimoramento. No Capítulo 13, descrevemos relacionamentos de “parceria” e “enxutos” que estão baseados nos princípios do fornecimento JIT.

Técnicas do planejamento e controle do JIT

Também classificadas como técnicas JIT, são aquelas que tratam especificamente do planejamento e controle da produção. Estas técnicas são tratadas num título separado porque se relacionam diretamente ao tema de planejamento e controle desta parte do livro.

As técnicas e abordagens descritas são as seguintes:

- controle *kanban*;
- programação nivelada;

- modelos mesclados;
- sincronização.

Planejamento e controle just in time

Uma das fontes de desperdício, identificada anteriormente, era aquela causada pela programação dos estoques. Uma programação de estoques ruim (componentes que chegam muito cedo ou muito tarde) causa imprevisibilidade numa operação. A programação dos estoques é governada por uma das duas escolas de pensamento, que foram descritas no Capítulo 10 – planejamento e controle “empurrado” e planejamento e controle “puxado”. O planejamento e controle JIT é baseado no princípio de um “sistema puxado”, enquanto a abordagem MRP para o planejamento e controle, descrita no Capítulo 14, é um “sistema empurrado”.

Controle kanban

O termo *kanban* era algumas vezes utilizado como um equivalente ao “planejamento e controle JIT” (equivocadamente), ou ainda para todo o JIT (o que é um equívoco ainda maior). Entretanto, o controle *kanban* é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado. *Kanban* é a palavra japonesa para cartão ou sinal. Ele é algumas vezes chamado de “correia invisível”, que controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Em sua forma mais simples, é um cartão utilizado por um estágio cliente, para avisar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado. Os *kanbans* podem também tomar outras formas. Em algumas empresas japonesas, eles são constituídos de marcadores plásticos, ou ainda bolas de ping-pong coloridas, com diferentes cores re-presentando diferentes componentes. Há, também, diferentes tipos de *kanban*.

- *O kanban de transporte*. Um *kanban de transporte* é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica. Este tipo de *kanban* normalmente terá detalhes como número e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e a destinação para a qual ele deve ser enviado.
- *O kanban de produção*. Um *kanban de produção* é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste tipo de *kanban* normalmente inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para a qual o componente ou componentes devem ser enviados depois de produzidos.
- *O kanban do fornecedor*. *Kanbans* de fornecedor são usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio da produção. Neste sentido, ele é similar ao *kanban de transporte*, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

Qualquer que seja o tipo de *kanban* utilizado, o princípio é sempre o mesmo; isto é, o recebimento de um *kanban* dispara o transporte, a produção ou o fornecimento de

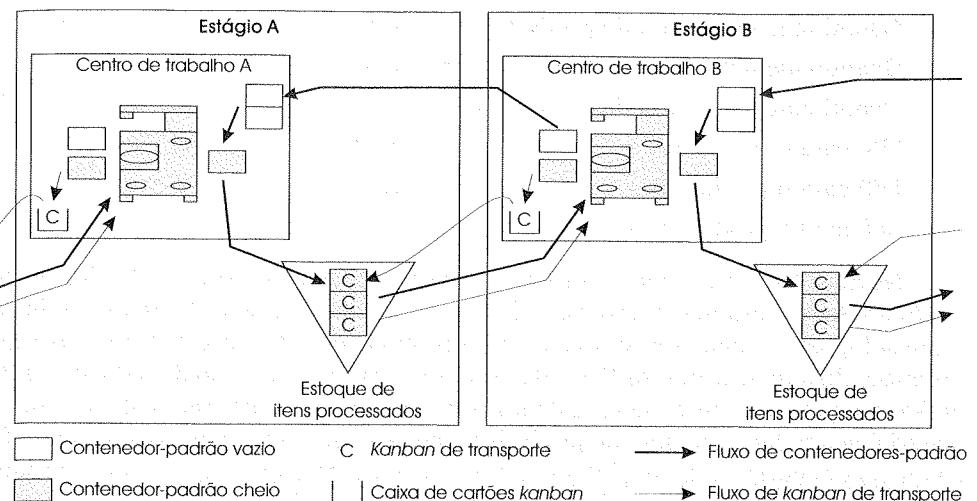


Figura 15.8 A operação do sistema kanban de cartão único.

uma unidade ou de um contenedor-padrão de unidades. Se dois *kanbans* são recebidos, isso dispara o transporte, a produção ou o fornecimento de duas unidades ou dois contenedores-padrão de unidades, e assim por diante. Os *kanbans* são apenas meios através dos quais o transporte, a produção ou o fornecimento podem ser autorizados. Isto é verdade mesmo quando o *kanban* não é um cartão ou um objeto. Algumas empresas utilizam “quadrados *kanbans*”. São espaços demarcados no chão da fábrica, que são desenhados para conter um ou mais contenedores. A existência de um quadrado vazio dispara a produção no estágio que abastece o quadrado.

Há dois procedimentos que podem governar o uso dos *kanbans*. Eles são conhecidos como sistema de cartão único e sistema de dois cartões. O sistema de cartão único é o mais utilizado, porque é de longe o mais simples de operar. Ele utiliza somente *kanbans* de transporte (ou *kanbans* do fornecedor quando o fornecimento de materiais é de uma fonte externa). O sistema de dois cartões utiliza tanto o *kanban* de transporte como o de produção. Cada procedimento é explicado abaixo.

Programação nivelada

Heijunka é a palavra japonesa para o nivelamento do planejamento da produção, de modo que o mix e o volume sejam constantes ao longo do tempo. Por exemplo, em vez de produzir 500 unidades em um lote que seria suficiente para cobrir as necessidades dos próximos três meses, a programação nivelada iria requerer da operação a produção de somente uma peça por hora, de forma regular. O princípio da programação nivelada é bastante simples, mas os pressupostos para colocá-la em prática requerem esforços, ainda que os benefícios resultantes sejam substanciais. A diferença entre a programação convencional e a nivelada é mostrada na Figura 15.9. Convencionalmente, se é necessária a produção de um determinado mix de produtos num determinado período (normalmente um mês), seriam calculados os lotes econômicos de produção (LEP) para cada produto (veja o Capítulo 12 para uma discussão sobre LEP), sendo os lotes produzidos numa determinada seqüência. A Figura 15.9(a) mostra três produtos que são produzidos num período de 20 dias numa determinada unidade de produção.

Quantidade necessária de produtos A =	3000
Quantidade necessária de produtos B =	1000
Quantidade necessária de produtos C =	1000
LEP para o produto A =	600
LEP para o produto B =	200
LEP para o produto C =	200

No dia 1º, a fábrica inicia a produção do produto A. Durante o dia 3, o lote de 600 unidades de A é terminado e transferido para o próximo estágio. O lote de produtos B é iniciado, sendo somente terminado no dia 4. O restante do dia 4 é gasto com a produção do lote de produtos C, sendo os dois lotes transferidos ao final do dia. O ciclo então se repete. As consequências da utilização de grandes lotes são o alto estoque de material acumulado na unidade produtiva e entre os setores produtivos, além do fato de que, na maioria, cada dia é diferente do outro em termos do que se deve produzir (em circunstâncias mais complexas não haverá dois dias iguais).

(a)

(b)

370 Figura 15.9 A programação nivelada equaliza o mix de produtos fabricados a cada dia.

Agora suponha que a flexibilidade da unidade produtiva possa ser aumentada a ponto de que os LEPs para os produtos possam ser reduzidos a um quarto dos níveis anteriores (veja a Figura 15.9 (b)).

LEP para o produto A = 150
LEP para o produto B = 50
LEP para o produto C = 50

Um lote de cada produto pode agora ser completado num único dia, ao final do qual os três lotes são transferidos para o próximo estágio. Lotes menores de material estarão se movendo entre cada estágio, o que irá reduzir o nível global de estoque em processo na produção.

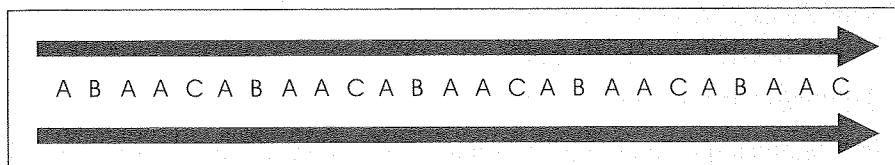


Figura 15.10 Sequência de produtos fabricados com programação nívelada e lote econômico de produção igual a 1.

Modelos mesclados

O princípio da programação nivelada pode ser ampliado para que se tenha um mix repetitivo de componentes. Suponha que as máquinas da unidade de produção sejam tão flexíveis que atinjam o ideal JIT de lote econômico = 1. A seqüência dos produtos sendo produzidos pela produção seriam como mostrado na Figura 15.10. Isto iria produzir um fluxo estável e contínuo de cada produto, através da unidade produtiva.

Entretanto, a seqüência de produção nem sempre é tão conveniente como aquela mostrada na Figura 15.10. Os tempos de produção para cada produto normalmente não são idênticos e as taxas de produção necessárias não são tão convenientes.

Exemplo

Suponha que a quantidade de produtos necessária no período de 20 dias seja:

Produto A = 1.920

Produto B = 1.200

Produto C = 960

Assumindo um dia de 8 horas, o tempo de ciclo para cada produto, isto é, o intervalo de tempo entre a produção de cada unidade do mesmo produto (veja o Capítulo 7 para uma explicação completa sobre o tempo de ciclo) é o seguinte:

$$\text{Para o produto A, tempo de ciclo} = \frac{(20 \times 8 \times 60)}{1,920} = 5 \text{ min}$$

$$\text{Para o produto B, tempo de ciclo} = \frac{(20 \times 8 \times 60)}{1.200} = 8 \text{ min}$$

$$\text{Para o produto C, tempo de ciclo} = \frac{(20 \times 8 \times 60)}{960} = 10 \text{ min.}$$

Logo, a unidade produtiva precisa produzir:

Uma unidade de A a cada 5 min.

Uma unidade de B a cada 8 min.

Uma unidade de C a cada 10 min.

Em outras palavras, determinando-se um mínimo múltiplo comum entre 5, 8 e 10:

8 unidades de A a cada 40 min.

5 unidades de B a cada 40 min.

4 unidades de C a cada 40 min.

Isto significa que uma seqüência que misture oito unidades de A, cinco de B e quatro de C e seja repetida a cada 40 min irá gerar a produção necessária. Haverá muitas formas diferentes de seqüenciar os produtos de modo a atingir este mix. Por exemplo:

... BACABACABACABACAB... repetida... repetida

Esta seqüência, repetida a cada 40 minutos, produz um mix correto de produtos para satisfazer as necessidades mensais.

JIT e MRP

A plena aceitação dos princípios e técnicas do JIT, descritos neste capítulo, vieram nos anos 80, depois que muitas empresas de manufatura tinham feito uso dos sistemas baseados no MRP, descritos no Capítulo 14. Além disso, as filosofias do MRP e do JIT parecem ser fundamentalmente opostas. O JIT incentiva um sistema de planejamento e controle “puxado”, enquanto o MRP é um sistema “empurrado”. O JIT tem objetivos que vão além da atividade de planejamento e controle da produção, enquanto o MRP é essencialmente um “mecanismo de cálculo” para o planejamento e controle. Contudo, as duas abordagens podem coexistir no mesmo sistema produtivo, desde que suas respectivas vantagens sejam preservadas. Esta parte do capítulo irá tratar de duas importantes questões para os gerentes de produção:

- Como o JIT e o MRP podem ser combinados no mesmo sistema?
- Como podemos escolher entre um sistema de planejamento e controle baseado no MRP, baseado no JIT ou uma combinação dos dois?

Antes de tratar destas duas questões, entretanto, é necessário resumir as características de cada abordagem.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO MRP

- Embora desenhado como um sistema puxado (o programa-mestre fornece o sinal para puxar todo o sistema), a maneira com a qual o MRP é na verdade utilizado, configura-o como um sistema empurrado. O estoque é empurrado através de cada processo, em resposta a planos detalhados no tempo, calculados para cada item.
- O MRP utiliza ordens de produção derivadas do programa-mestre como unidade de controle. Conseqüentemente, o atingimento do programa é um aspecto-chave do monitoramento e do controle.
- Os sistemas MRP normalmente requerem uma organização complexa, centralizada e computadorizada, para suportar os sistemas hardware e software necessários. Isto pode fazer com que as necessidades do cliente pareçam distantes para os funcionários cujas responsabilidades estão dois ou três níveis abaixo na estrutura organizacional.
- O MRP é altamente dependente da acuidade dos dados derivados das listas de materiais, registros de estoque, entre outros.
- Os sistemas MRP assumem um ambiente de produção fixo, utilizando *lead times* fixos para calcular quando os materiais devem chegar ao próximo centro de trabalho. Entretanto, as condições de carga de trabalho e outros fatores fazem com que os *lead times* sejam na realidade bastante variáveis. Os sistemas MRP têm dificuldade de lidar com *lead times* variáveis.
- É necessário um longo tempo para atualizar os registros MRP. Em teoria, cada transação requer uma atualização completa na atualização de dados. Na prática, é mais usual que as alterações sejam efetuadas semanalmente (ou mensalmente). Mesmo os sistemas MRP sofisticados, que permitem atualizações apenas das mudanças líquidas, numa base diária, não são sensíveis a mudanças feitas hora a hora.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO JIT

- O fluxo entre cada estágio do processo de manufatura é “puxado” pela demanda do estágio posterior.
- O controle do fluxo entre estágios é conseguido pela utilização de cartões simples, fichas ou quadrados vazios, os quais disparam a movimentação e a produção dos materiais. O resultado é um sistema de controle simples, visual e transparente.
- As decisões de planejamento e controle são relativamente descentralizadas, não necessitando de um sistema de informação computadorizado.
- A programação JIT é baseada em taxas de produção (calculadas em termos da quantidade de itens por unidade de tempo), ao invés de volume produzido (o número absoluto de itens a serem feitos).
- O JIT assume (e incentiva) a flexibilidade dos recursos e *lead times* reduzidos.
- Os conceitos de planejamento e controle JIT são apenas uma parte de uma filosofia de produção JIT mais ampla.

SIMILARIDADES E DIFERENÇAS ENTRE O JIT E O MRP

O exame de algumas das hipóteses e vantagens de cada abordagem dá uma indicação de como elas podem ser usadas conjuntamente. Por exemplo, há a ironia de que o principal objetivo do MRP é realmente fornecer produtos *just in time*, quando são necessários. Seus objetivos são garantir que a fábrica produza os bens no momento em que são necessários para o mercado. O MRP começa olhando à frente e identificando quais produtos devem ser entregues em que momento no *futuro*. Este é um ponto importante: o MRP pode planejar a produção quando queremos antecipar as necessidades futuras de produtos. Ele utiliza a lista de materiais para calcular a quantidade daqueles itens que precisam ser solicitados dos setores anteriores no fluxo de produção e, para estes, quantos itens e materiais devem ser solicitados dos fornecedores. Fazendo isso, ele liga a demanda dos clientes à rede de suprimentos. O MRP pode também lidar com ambientes complexos. Ele pode lidar com necessidades detalhadas de componentes, tanto para produtos produzidos esporadicamente como para aqueles produzidos em grandes volumes.

O JIT, por outro lado, não se sente confortável com alta complexidade. Ele se desempenha melhor nos casos em que as estruturas de produto são relativamente simples, a demanda é relativamente previsível (preferencialmente nivelada) e os fluxos de materiais são claramente definidos. Além disso, o paradoxo do JIT é que há circunstâncias nas quais ele é menos capaz que o MRP de atingir o fornecimento literalmente *just in time*. Isto se deve ao fato de que o JIT puro é uma idéia *reativa* – ele responde com dificuldade a mudanças na demanda. Não é um sistema que prevê e antecipa a demanda – o que se configura tanto com virtude quanto com limitação. O mesmo sistema que protege os setores iniciais do processo das flutuações da demanda, também o faz menos capaz de reagir de forma flexível a mudanças, especialmente nos casos em que a complexidade da estrutura de produtos já contraria a necessidade de simplicidade do JIT. Apesar disso, os ideais do JIT são interessantes para grande variedade de sistemas produtivos, não somente aqueles com uma produção estável e de alto volume. Isto se deve ao impacto poderoso e direto que os princípios do JIT têm no nível do “chão de fábrica” de quase todos os sistemas produtivos. Os princípios simples e transparentes do controle puxado, juntamente com seu objetivo de aprimoramento contínuo, promovem a disciplina que torna viável o controle de eficiência no dia-a-dia.

Analizando conjuntamente as vantagens e desvantagens do JIT e do MRP, pode-se enxergar como as duas abordagens podem ser combinadas. Duas combinações possíveis são brevemente descritas a seguir.

Sistemas diferentes para produtos diferentes

Usando a terminologia de itens de alto fluxo, repetitivos e eventuais, descrita anteriormente, pode-se usar a programação puxada do *kanban* para os itens “de alto fluxo” e “repetitivos”. O sistema de controle MRP pode, então, ser usado para os itens eventuais, para os quais serão emitidas ordens de trabalho para determinar o que deve ser feito em cada estágio, sendo o trabalho monitorado de forma a empurrar os materiais ao longo dos estágios da manufatura.¹² A vantagem disso é que o aumento do

fluxo e a redução dos estoques faz com que valha a pena aumentar o número de produtos de alto fluxo e repetitivos, através da simplificação do projeto.

Como um exemplo de aplicação desta abordagem, o professor Bill Berry descreve uma companhia, na qual a análise da estrutura do produto possibilitou o entendimento de como o MRP e o JIT podem coexistir.¹³ Um fabricante de empilhadeiras sempre considerou seu processo como sendo do tipo *jobbing*, com 240.000 possibilidades de opções de produtos finais, dos quais 20.000 eram normalmente oferecidos para venda e cerca de 8.000 eram efetivamente programados. A linha de produtos era dividida em cinco famílias e a análise detalhada das listas de materiais de cada produto, em cada família, mostrou que no pior caso 50% dos componentes eram comuns (regras rígidas eram aplicadas: para que fosse classificado de “comum”, um item deveria ser usado em todos os produtos de uma mesma família). Surgiu, então, a oportunidade de usar a programação puxada para os itens comuns, sem a necessidade dos registros MRP. Portanto, os itens comuns (de alto fluxo e repetitivos), tanto comprados como fabricados, poderiam ser controlados pela taxa de necessidade semanal. Os itens fabricados irregularmente (eventuais), por outro lado, continuariam a ser controlados semanalmente pelo MRP. A Figura 15.11 mostra como a lista de materiais poderia ser dividida em duas partes: uma lista planejada para os itens comuns, de alto fluxo e repetitivos, e o registro de opcionais para os itens eventuais. Abrem-se, então, novas oportunidades para reduzir o sistema MRP, rodando-o mais freqüentemente e de forma mais acurada, para controlar mais de perto os itens eventuais, repensando o projeto dos produtos de modo a aumentar o número de itens comuns.

MRP para controle global e JIT para controle interno

O planejamento MRP de materiais comprados visa garantir que as quantidades suficientes de itens estarão disponíveis no sistema, para que possam ser puxadas pelo sistema *just in time*.¹⁴ A Figura 15.12 ilustra uma versão simplificada do que pode ser conseguido através do uso da programação puxada em empresas que utilizam o sistema MRP para compra de materiais. O programa-mestre de produção (veja o Capítulo 14) é explodido através do MRP, para gerar programas de programação de fornecedores (vendo a demanda futura). As necessidades reais de materiais de fornecedores externos são sinalizadas através do *kanban* para facilitar a entrega JIT. Dentro da fábrica, toda a movimentação de materiais é governada pelos ciclos *kanban* entre as diversas operações. O ritmo da fábrica é determinado pela programação da montagem final.

Pode-se citar uma série de vantagens da combinação dos dois sistemas, em vez de utilizar simplesmente o MRP convencional.

- Não há necessidade de se gerar ordens de trabalho entre setores.
- O estoque em processo somente precisa ser monitorado entre as células e não mais para cada atividade.
- A lista de materiais tem menos níveis do que num sistema MRP convencional.

13. BERRY, W. L., TALON, W. J., BOL, W. J. *Production structure analysis for the master scheduling of assemble-to-order products*. Working paper do Centre for Manufacturing Excellence, Kenan Flager School of Business, University of North Carolina, 1988.

14. PARNABY, J. Op. cit.

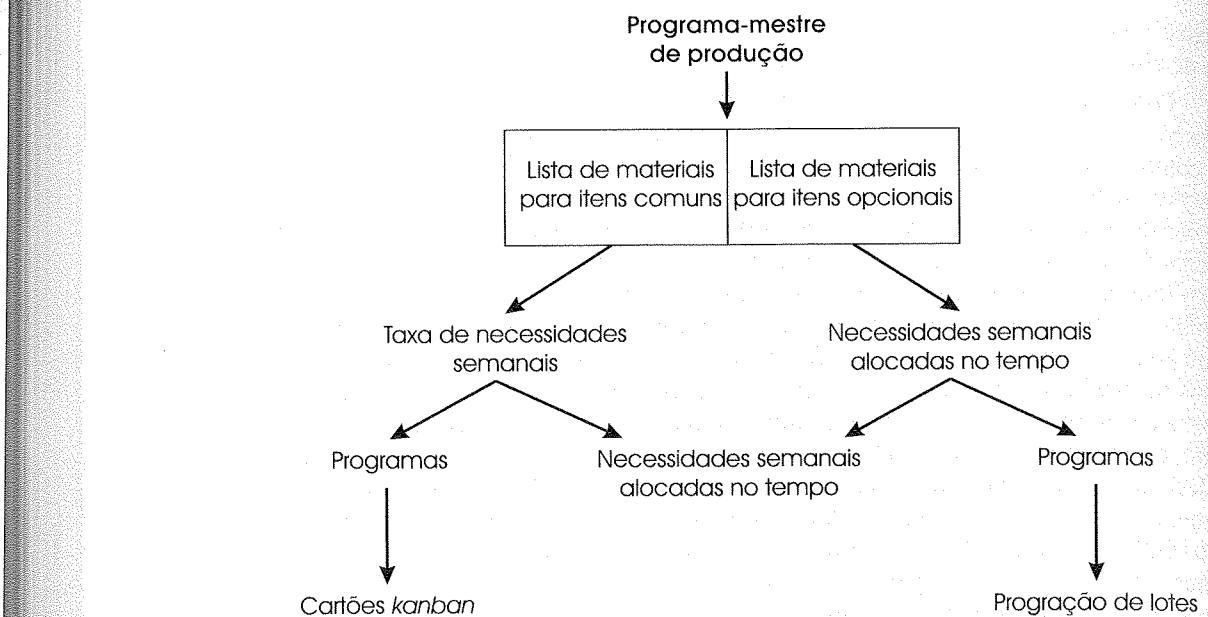


Figura 15.11 Utilizando kanbans para itens de alto volume e MRP para itens de baixo volume.

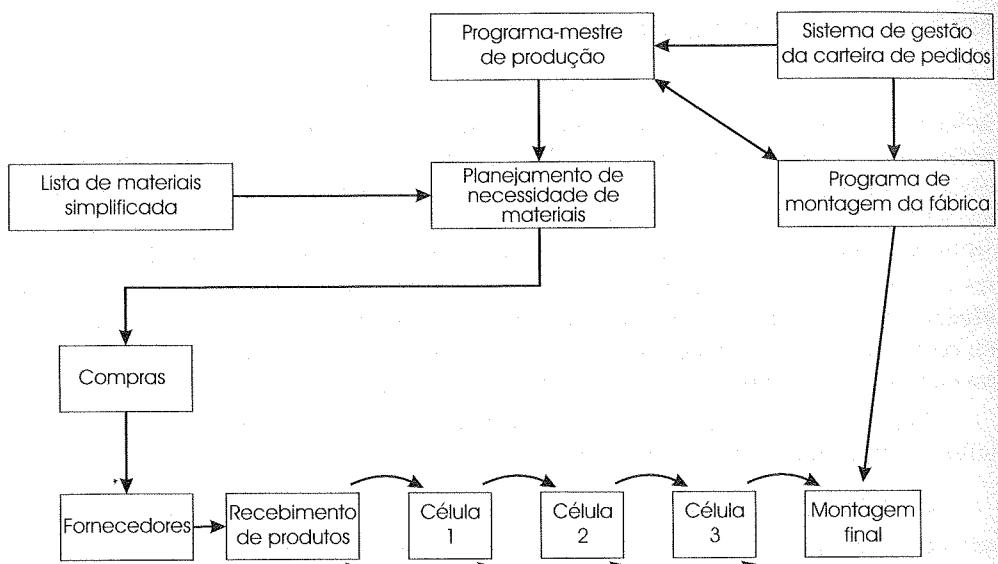


Figura 15.12 Usando o MRP para controlar o programa de montagem final e as compras e o JIT para controlar o fluxo interno.

- As informações necessárias referentes a roteiros e processos são mais simplificadas.
- O planejamento e controle dos centros de trabalho são simplificados.
- Lead times* e estoque em processo são reduzidos.

Quando utilizar o JIT, o MRP e sistemas combinados

Novamente, são as vantagens e desvantagens do JIT e do MRP que indicam quando utilizar versões “puras” de um dos dois ou sistemas combinados. Há dois pontos de vista nesta questão: um deles se refere, como a principal determinante da decisão, à habilidade do sistema de lidar com ambientes complexos; o outro, combina as características de volume e variedade do processo, assim como o nível de controle requerido, para indicar a melhor decisão.

Resumo

- O principal objetivo da produção *just in time* é atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios. Deve ser lembrado, entretanto, de que isto é muito mais um objetivo do que uma meta realística de curto prazo. De qualquer forma, o JIT procura produzir componentes e produtos no momento requerido pelos clientes – não antes e não depois.
- A justificativa central para a produção *just in time* é de que os baixos níveis de estoque por ela gerados, não só economizam investimento mas também tem um significativo impacto na habilidade da produção de aprimorar sua eficiência intrínseca. Isto leva a uma definição mais ampla de JIT, o qual pode ser visto como uma filosofia de produção que ataca todos os tipos de desperdício.
- O JIT pode ser visto tanto como uma filosofia global de produção, como também uma coleção de ferramentas e métodos que suportam seus objetivos. Muitas dessas ferramentas e técnicas, na verdade, aparecem em outras sessões deste livro.
- Não há consenso claro sobre as origens do JIT a não ser que ele se desenvolveu no Japão depois da Segunda Guerra Mundial. Entretanto, acredita-se que o ambiente econômico e cultural do Japão naquela época teve bastante influência no desenvolvimento do JIT. As origens do JIT podem ser compreendidas na medida em que ele se caracteriza como um modelo de práticas de produção de alta dependência.
- Como uma filosofia, o JIT pode ser resumido em três elementos que se sobrepõem. São eles: a eliminação do desperdício em todas as suas formas, a participação de todos os funcionários no aprimoramento e a idéia de que todo o aprimoramento deve acontecer num regime contínuo.
- Muitas das técnicas do JIT referem-se diretamente ao planejamento e controle das atividades na produção. As técnicas específicas que o JIT utiliza para o planejamento e controle são:
- A programação puxada, que coloca na operação cliente a responsabilidade de solicitar a entrega de materiais, em vez de a operação fornecedora ter que enviar tais materiais.

- O sistema de controle *kanban*, o qual é muitas vezes visto equivocadamente como um equivalente ao JIT. Os *kanbans* são simplesmente objetos de controle como cartões, os quais governam a movimentação de materiais entre estágios, assim como a produção de componentes para estoque. Os sistemas *kanban* de cartão único e de dois cartões podem ser utilizados para governar a movimentação dos *kanbans*.
- A programação nivelada procura suavizar o fluxo de produtos da produção, através da redução do período em que uma determinada seqüência de produção é repetida.
- O uso de modelos mesclados leva este processo mais adiante e sugere uma seqüência de produtos que assume um lote econômico de produção de uma unidade, garantindo um fluxo suave do *mix* de produtos necessários.
- A sincronização é o processo pelo qual o ritmo da produção é regularizado para produtos de alto volume.
- Embora o JIT e o MRP possam ser vistos como abordagens bastante diferentes de planejamento e controle, eles podem ser combinados para formar um sistema híbrido. Há várias maneiras pelas quais eles podem ser combinados, mas cada uma delas tenta explorar vantagens relativas do MRP e do JIT.

Questões para discussão

1. Explique sua visão quando você pensa no JIT como uma filosofia, uma estratégia ou um conjunto de técnicas.
2. Por que o aprimoramento contínuo requer uma visão de longo prazo da empresa?
3. Como podem as novas tecnologias ser utilizadas para o fornecimento de *kanbans* numa operação JIT?
4. Explique como as técnicas JIT podem ser utilizadas para apoiar as flexibilidades de *mix* e de volume numa operação de serviços.
5. Com referência ao caso do Hospital Temple, descrito no texto, explique as vantagens de solicitar os materiais nos “três diferentes níveis”. Como isto levou a um fornecimento de materiais mais acurado aos cirurgiões, enquanto os estoques são reduzidos?
6. Explique as diferenças-chaves entre a abordagem tradicional de manufatura e a abordagem JIT. Estas diferenças também ocorrem em operações de serviço?
7. A eliminação do desperdício é um aspecto fundamental da filosofia JIT. O que se entende por desperdício e quais as origens e intenções desta abordagem?
8. Discuta os benefícios da redução do tempo de *set-up* em cada um dos critérios competitivos da manufatura: custo, flexibilidade, qualidade, confiabilidade e velocidade.
9. Discuta como os *kanbans* podem ser aplicados e que forma eles podem assumir numa lanchonete fast-food.

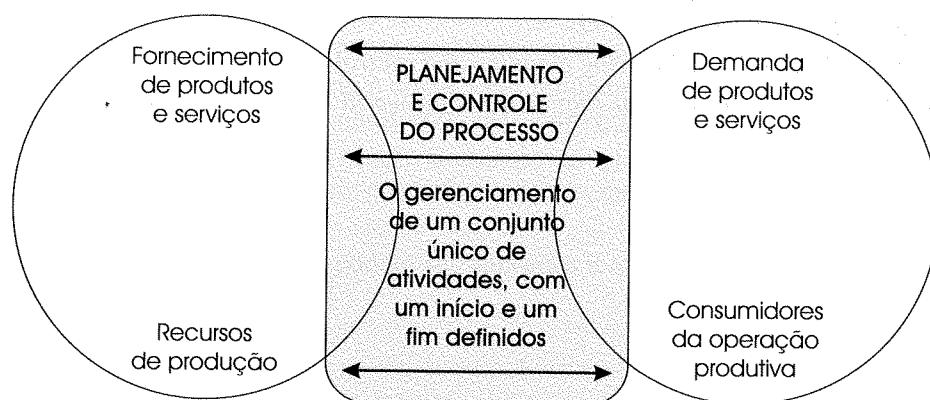
Leituras complementares selecionadas

- BENNETT, D. J., RAJPUT, S. K. Design and implementation of production systems for high variety electronics assembly. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, nº 5, 1989.
- BICHENO, J. *Implementing JIT*. IFS Publications, 1991
- FIEDLER, K., GALLELY, J. E., BICHENO, J. Expert advice for JIT implementation. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 6, 1993.
- GOYAL, S. K., DESHMUKH, S. G. A critique of the literature on just-in-time manufacturing. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 1, 1992.
- HARRISON, A., VOSS, C. Issues in setting up JIT supply. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 10, nº 2, 1990.
- HARRISON, A. S. *Just in time manufacturing in perspective*. Prentice-Hall, 1992.
- JORDAN, H. H. Inventory management in the JIT age. *Production and Inventory Management Journal*, v. 29, nº 13, 1988.
- MARISAKO, S. *Prices, quality and trust*. Cambridge University Press, 1992.
- MURATA, K., HARRISON, A. S. *How to make japanese management methods work in the west*. Gower, 1991.
- OLIVER, N. Human factors in the implementation of just in time production. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 10, nº 4, 1990.
- _____, WILKINSON, B. *The japanisation of british industry*. 2. ed. Blackwell, 1992.
- SCHNIEDERJANS, M. J. *Topics in just in time management*. Allyn & Bacon, 1993.
- SCHONBERGER, R. J. *Japanese manufacturing techniques: nine hidden lessons in simplicity*. Free, 1982.
- _____. *World class manufacturing: the lessons of simplicity applied*. Free, 1986.
- _____, SCHNIEDERJANS, M. J. Reinventing inventory control. *Interfaces*, v. 13, nº 3, 1983.
- SOHAL, A. S., KELLER, A. Z., FOUD, R. H. A review of literature relating to JIT. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 9, nº 3, 1988.
- SOHAL, A. S., RAMSEY, L., SAMSON, D. JIT manufacturing industry: analysis and a method for implementation. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 7, 1993.
- VOLLMAN, T. et al. *Manufacturing planning and control systems*. 3. ed. Irwin, 1992.
- WOMACK, J. et al. *The machine that changed the world*. Rawson Associates, 1990

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PROJETOS

INTRODUÇÃO

Este capítulo preocupa-se com o planejamento e controle de produções que ocupam o extremo inferior do *continuum* de variedade-volume que introduzimos no Capítulo 4. Estas operações de projetos envolvem atividades complexas, freqüentemente de grande escala, com início e fim definidos. Os pioneiros do planejamento e controle de operações de projeto foram engenheiros e planejadores, que trabalhavam em projetos complexos de defesa e construção civil. Mais recentemente, os métodos que eles desenvolveram foram aplicados a projetos tão diversificados como lançamentos de novos produtos, projetos educacionais no Terceiro Mundo e produções teatrais. O planejamento e controle de projetos é importante porque todos os gerentes vão, em algum momento, estar envolvidos com gerenciamento de projetos. Muitos desses projetos podem ser relativamente pequenos – um gerente de Recursos Humanos planejando um curso de treinamento para o grupo, por exemplo. Muitos desses projetos podem ser muito maiores, por exemplo, em que o gerente é parte de um grupo de projeto – como um contador fornecendo informações de



380 Figura 16.1 Definição de planejamento e controle de projeto.

custos para uma nova promoção de marketing. Seja grande ou pequeno o projeto, todavia, os aspectos do planejamento e controle para gerenciamento de projetos seguem princípios similares. Veja Figura 16.1.

OBJETIVOS

Este capítulo vai examinar:

- a natureza dos projetos e do gerenciamento de projetos;
- o ambiente em que os projetos acontecem;
- como os projetos podem ser definidos em termos de seus objetivos, seu escopo e a estratégia para o seu completamento;
- como os projeto são planejados;
- como os projetos são controlados;
- como as análises de rede podem ser usadas para planejar e controlar projetos.

Que é um projeto?

Um projeto é um conjunto de atividades, que tem um ponto inicial e um estado final definidos, persegue uma meta definida e usa um conjunto definido de recursos. Apesar do gerenciamento de muitas produções de pequena escala conformarem-se a esta definição de projeto, vamos dedicar a maioria deste capítulo a examinar o gerenciamento de projetos de grande escala. O gerenciamento de projetos pequenos pode ser tratado como um caso especial do que é normalmente referido como “gerenciamento de projeto”. A pressuposição de “grandes projetos”, quando discutimos o gerenciamento de projeto, proporciona a oportunidade de explorar algumas das características especiais que vêm com as atividades de grande escala. Tarefas de grande escala (e, portanto, complexas) consomem relativamente grandes quantidades de recursos, gastam muito tempo para se completar e tipicamente envolvem interações entre diferentes partes de uma organização. Para planejar e controlar um projeto, uma empresa precisa idealizar um modelo que descreva a complexidade do projeto e projetá-lo adiante no tempo para assegurar-se de que ele vai atingir suas metas. O modelo de projeto (seu plano) pode, então, ser usado para checar o progresso à medida que o projeto real ocorre (controle do projeto).

O primeiro projeto a ser gerenciado de uma forma que hoje reconheceríamos como gerenciamento de projeto foi o projeto Manhattan, que criou a primeira bomba atômica. Todavia, empreendimentos levados avante por civilizações antigas foram de escala e complexidade (mesmo que os recursos que eles utilizaram tenham sido limitados) que implicavam alguma forma de organização. É difícil imaginar a construção das grandes pirâmides do Egito sem um esforço de planejamento e controle sistemático e ordenado. Os projetos atuais vêm em muitas e variadas formas, incluindo as seguintes:

- o projeto Apollo;

- limpeza do exterior das Casas do Parlamento britânico;
- uma campanha de informação sobre AIDS;
- produção de um programa de televisão;
- construção do túnel do Canal da Mancha;
- projeto do Airbus;
- um curso de uma semana de gerenciamento de projeto;
- mudança de local de uma fábrica;
- compra e mudança para uma nova casa;
- redecoração de um hotel;
- instalação de um novo sistema de informação;
- condução das primeiras eleições gerais na África do Sul;
- limpeza após um vazamento de tanque de óleo.

Elementos de um projeto

Em maior ou menor grau todos esses projetos têm alguns elementos em comum. Esses elementos em comum formam as características que nos ajudarão a entender a natureza dos projetos e, portanto, o planejamento e controle de projetos.

- *Um objetivo.* Um resultado final, uma saída ou um produto definível, que é tipicamente definido em termos de custo, qualidade e prazos do resultado das atividades do projeto.
- *Complexidade.* Muitas tarefas diferentes são necessárias para atingir os objetivos de um projeto. O relacionamento entre todas essas tarefas pode ser complexo, especialmente quando o número das tarefas no projeto é grande.
- *Unicidade.* Um projeto é usualmente único, não um empreendimento repetitivo. Mesmo projetos “repetidos”, como a construção de uma outra fábrica química, com a mesma especificação, terá diferenças distintivas em termos de recursos usados e do ambiente real no qual o projeto acontece.
- *Incerteza.* Todos os projetos são planejados antes de serem executados e, portanto, carregam um elemento de risco. Um projeto pioneiro de pesquisa básica carrega o risco de recursos caros, de alta tecnologia, serem comprometidos com saídas que podem não valer a pena.
- *Natureza temporária.* Os projetos têm um início e um fim definidos, assim, uma concentração temporária de recursos é necessária para levar avante o empreendimento. Uma vez que suas contribuições para os objetivos do projeto tenham sido completadas, os recursos são usualmente realocados.
- *Ciclo de vida.* Os recursos necessários para um projeto mudam durante o curso de seu ciclo de vida. O padrão típico dos recursos necessários para um projeto segue uma curva previsível. Da perspectiva do planejamento e controle, é, portanto, necessário dividir o ciclo de vida de um projeto em *fases de projeto*.

Gerenciamento de projeto de sucesso

Todos os projetos são inclinados a ter diferentes problemas e falham por diferentes razões. Há alguns pontos em comum nos sucessos e nas falhas, todavia, que nos permitem identificar alguns pontos gerais, que parecem minimizar as chances de falha de um projeto em atingir seus objetivos. Os fatores seguintes são particularmente importantes.¹

- *Metas claramente definidas:* incluindo a filosofia ou missão geral do projeto, e um comprometimento com aquelas metas por parte dos membros do grupo de projeto.
- *Gerente de projeto competente:* um líder de projeto habilidoso que tenha as necessárias habilidades interpessoais, técnicas e administrativas.
- *Apoio da administração superior:* o comprometimento da administração superior com o projeto que foi comunicado para todas as partes interessadas.
- *Membros do grupo de projeto competentes:* a seleção e, se necessário, o treinamento dos membros do grupo de projeto, que entre si têm as habilidades necessárias para apoiar tecnicamente o projeto.
- *Suficiente alocação de recursos:* os recursos, na forma de dinheiro, pessoal, logística etc., que estão disponíveis para o projeto na quantidade requerida.
- *Canais de comunicação adequados:* disponibilidade de informações suficientes sobre os objetivos do projeto, o *status*, as mudanças, as condições organizacionais e as necessidades dos clientes.
- *Mecanismos de controle:* os mecanismos que existem para monitorar os eventos reais e reconhecer os desvios do plano.
- *Capacidades de retroalimentação:* todas as partes relacionadas com o projeto são capazes de rever o *status* do projeto e de fazer sugestões e correções através de canais de retroalimentação formais ou reuniões de revisão.
- *Respostas a clientes:* todos os usuários potenciais do projeto participam e são mantidos atualizados sobre o *status* do projeto.
- *Mecanismos de ataque de problemas:* um sistema ou um conjunto de procedimentos capaz de atacar problemas quando eles surgem, que pode rastreá-los para trás até as suas causas raízes e resolvê-los.
- *Continuidade do pessoal de projeto:* o envolvimento continuado do pessoal-chave do projeto ao longo do ciclo de vida do projeto. Rotatividade frequente do pessoal pode dissipar o aprendizado que foi adquirido no grupo de projeto.

Gerentes de projeto

Para coordenar os esforços de muitas pessoas em diferentes partes de uma organização (e freqüentemente também fora), todos os projetos precisam de um gerente de projeto. Colocado de forma simples, o papel dos gerentes de projeto é atingir os objetivos do projeto. Eles fazem isso planejando e controlando o projeto desde o início até a

1. Baseado em PINTO, J. K., SLEVIN, D. P Critical success factors in successful project implementation. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 34, n^o 1, Feb. 1987

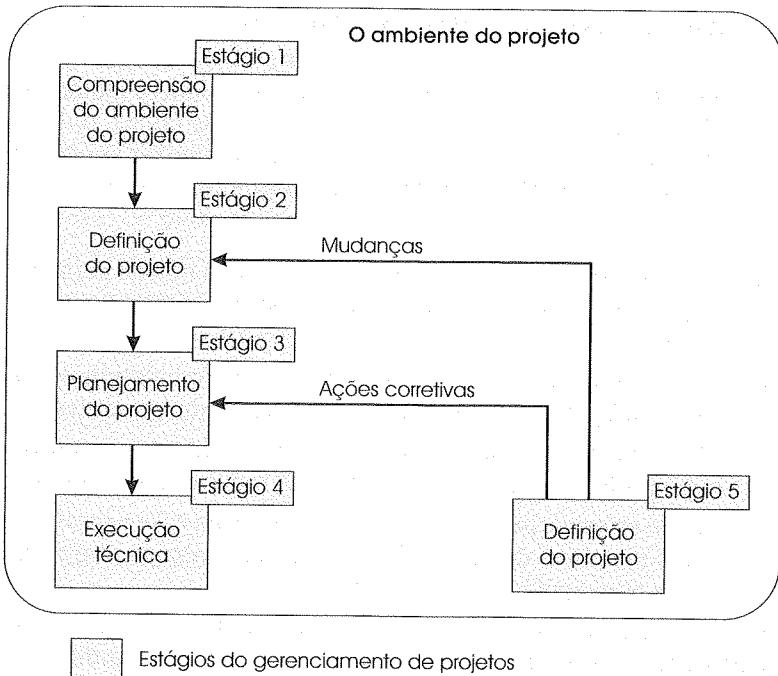


Figura 16.2 *Método do gerenciamento de projeto.*

conclusão, tentando trazer ordem à complexidade e reduzindo o nível de incerteza. Muitas das atividades de um gerente de projeto estão relacionadas com o gerenciamento de recursos humanos. São necessárias tanto qualidades “técnicas” como pessoais. Cinco características principais são vistas como importantes para um gerente de projeto eficaz:²

- conhecimento e experiência coerentes com as necessidades do projeto;
- experiência estratégica e liderança, para manter um entendimento do projeto como um todo e de seu ambiente, enquanto trabalha nos detalhes do projeto;
- especialista na área do projeto para tomar boas decisões técnicas;
- competência interpessoal e habilidades com pessoas, para desempenhar papéis como líder de projeto, motivador, comunicador, facilitador e político;
- habilidade gerencial comprovada em termos de histórico de realizações.

Processo de planejamento e controle de projeto

A Figura 16.2 propõe um modelo de gerenciamento de projeto que é usado como estrutura para este capítulo. O modelo categoriza as atividades de gerenciamento de

2. WEISS, J. W., WYSOCKI, R. K. *5-Phase project management: a practical planning and implementation guide*. Addison-Wesley, 1992.

projeto em cinco estágios, quatro dos quais são relevantes para o planejamento e controle de projetos.

- Estágio 1** Compreensão do ambiente do projeto – fatores internos e externos que podem influenciar o projeto.
- Estágio 2** Definição do projeto – estabelecimento dos objetivos, do escopo e da estratégia para o projeto.
- Estágio 3** Planejamento do projeto – decisão de como o projeto será executado.
- Estágio 4** Execução técnica – desempenho dos aspectos técnicos do projeto.
- Estágio 5** Controle do projeto – garantia de que o projeto está sendo executado de acordo com os planos.

Examinaremos o planejamento e controle de projetos através da compreensão de seus cinco estágios, 1, 2, 3, 4 e 5 – o ambiente do projeto, definição do projeto, planejamento do projeto e controle do projeto. (O estágio 4, a execução do projeto, é determinado pelas tecnicidades específicas dos projetos em particular). Entretanto, é importante entender que os estágios não são um simples encadeamento seqüencial de passos e sim um processo essencialmente *iterativo*. Problemas ou mudanças que apareçam no estágio de controle podem requerer replanejamento ou mesmo causar alterações na definição original do projeto.

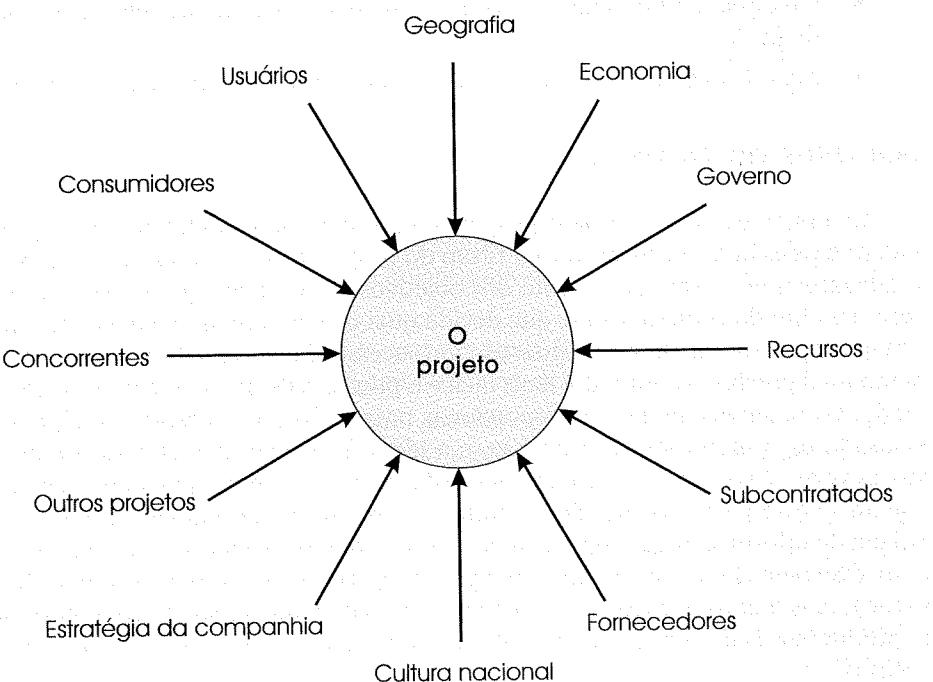


Figura 16.3 *O ambiente do projeto consiste de todos os fatores que podem afetar o projeto.*

Estágio 1 – Compreensão do ambiente do projeto

O ambiente do projeto compreende todos os fatores que podem afetar o projeto durante a sua vida. Ele determina o cenário e as circunstâncias nos quais o projeto é executado. Exemplos de fatores que podem afetar o ambiente são mostrados na Figura 16.3.

Estágio 2 – Definição de projeto

Antes de começar a complexa tarefa de planejamento e execução de um projeto, é necessário ser o mais claro possível sobre o que vai acontecer. Isso não é sempre direto. Alguns projetos são mais simples de definir do que outros. Os projetos cujas maiores atividades já foram feitas antes – como a construção de uma usina termoelétrica, onde os métodos e equipamentos já foram testados – podem ser definidos razoavelmente bem com antecedência. Os projetos completamente novos – como um grande projeto aeroespacial, a construção e lançamento do satélite Giotto (veja quadro) – serão muito mais difíceis de definir. Três elementos diferentes são necessários para definir um projeto:

- *seus objetivos*: o estado final que o gerenciamento do projeto está tentando atingir;
- *seu escopo*: a exata faixa de responsabilidades assumidas pelo gerenciamento do projeto;
- *sua estratégia*: como o gerenciamento do projeto vai atingir seus objetivos.

OBJETIVOS DO PROJETO

Os objetivos de um projeto proporcionam uma direção global para o projeto e ajudam o pessoal a se concentrar na razão do projeto e em seus resultados esperados. Paradoxalmente, o estabelecimento dos objetivos requer que o gerente de projeto comece pelo fim do projeto, isto é, que decida qual o estado final que deve ser atingido, para que o projeto possa ser considerado um sucesso. Quanto melhor a idéia sobre qual estado final precisa ser atingido, mais fácil é o processo de planejar como chegar a esse estado. Os objetivos ajudam a proporcionar uma definição do estado final, que pode ser usado para monitorar o progresso, e a identificar quando o sucesso foi atingido. Isso, às vezes, é controverso. O julgamento do sucesso de um projeto pode depender de a quem se está perguntando. Por exemplo, o projeto de desenho e instalação de um sistema de informação para planejamento e controle da produção pode ser visto como de sucesso pelo cliente que contratou o projeto (o Departamento de Sistemas de Informação), mas menos que isso pelas pessoas que usam o novo sistema (os controladores da produção). Daí o porquê de se colocar os objetivos de um projeto nos *termos dos usuários*.

ESCOPO DO PROJETO

A segunda parte da definição de um projeto é o escopo do projeto. O escopo de um projeto identifica o seu conteúdo de trabalho e seus produtos ou resultados. É essencialmente um exercício de estabelecimento de fronteiras que tenta definir a linha

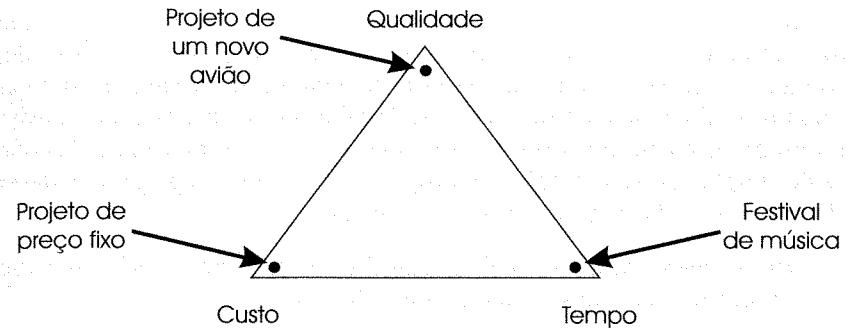


Figura 16.4 Triângulo dos objetivos do projeto.

divisória entre o que cada parte do projeto vai fazer e o que não vai fazer. Essa identificação ajuda na definição garantindo que o projeto não é nem excessivamente complexo nem ingerenciável. Também ajuda aclarear as responsabilidades de todas as partes envolvidas no projeto. Tipicamente, o estabelecimento do escopo do trabalho é necessário para todas as suas partes, incluindo aquelas feitas por “contratados” externos. Definir o escopo é particularmente importante para gerenciar contratados pelos aspectos comerciais e legais de seu relacionamento com a organização que está gerenciando o projeto. O escopo de fornecimento de um contratado vai definir as fronteiras dentro das quais o trabalho deve ser feito. Por exemplo, um contratado para instalar um sistema de veículos guiados automaticamente (AGV – Automatic Guided Vehicle) terá o escopo do trabalho definido que inclui prazos, custos, condições de trabalho, contrato com o principal consumidor e acompanhamento de obras civis, de iluminação e aquecimento/refrigeração.

Em geral, definir o escopo de um projeto ou de um pacote de trabalho é ajudado pela definição do seguinte:

- *Das partes da organização que são afetadas*: por exemplo, “projeto e instalação de um sistema de veículos guiados automaticamente do armazém para a doca de recebimento”.
- *Do período de tempo envolvido*: por exemplo, “a instalação começará não antes de 15 de janeiro e estará completa não depois de 2 de março”.
- *Do processo de negócios envolvido*: por exemplo, “fazer a interface com o atual sistema de recuperação de pedidos e com o sistema de localização de estoque”.
- *Dos recursos a serem usados*: por exemplo, “proporcionar fornecimento de energia próprio e número limite do pessoal trabalhando na instalação em cinco por vez”.
- *Das responsabilidades dos contratados*: por exemplo, “incluir todos os sistemas auxiliares de energia e de informação, cronogramas de manutenção completos e treinamento inicial”.

ESTRATÉGIA DO PROJETO

A terceira parte da definição do projeto é a estratégia do projeto. A estratégia do projeto define, de uma forma geral, como a organização vai atingir seus objetivos de

projeto e atingir os níveis de desempenho relacionados. Ela faz isso de duas maneiras. Primeiro a estratégia do projeto deveria definir as fases do projeto. As fases desmembram o projeto em seções temporais. As fases podem ser muito simples, por exemplo, as fases do início, do meio e do fim, ou mais detalhadas. Apesar de poder haver considerável sobreposição e interação entre fases, elas são uma forma valiosa de conceber o projeto e de simplificar as definições do projeto. No caso de um projeto de desenvolvimento de software, as fases podem ser as seguintes:

- *Fase de especificação*: na qual os requisitos do consumidor são especificados e as especificações do sistema são desenhadas.
- *Fase de projeto*: na qual as especificações de projeto de sistemas e subsistemas são determinadas.
- *Fase de implementação*: na qual os módulos são especificados.
- *Fase de teste de módulo*: na qual os subsistemas e finalmente o sistema completo são testados.
- *Fase de entrega*: na qual o sistema é entregue ao consumidor.

Segundo, a estratégia do projeto deve estabelecer marcos. Marcos são eventos importantes durante a vida do projeto, nos quais específicas revisões de tempo, custos e qualidade são feitas. Eles são os pontos significantes no projeto, que indicam se um projeto está cumprindo sua programação. Neste estágio, as datas reais de cada marco não são necessariamente determinadas – isso provavelmente virá mais tarde, no estágio de planejamento. Isso é útil, todavia, para, pelo menos, identificar os marcos significantes, seja para definir as fronteiras entre as fases, seja para ajudar na discussão com o consumidor. De fato o contrato formal entre o gerente de projeto e um consumidor vai, com freqüência, definir pagamentos ou penalidades pelos marcos.

Por exemplo, os marcos que são definidos para a produção de uma campanha publicitária de televisão podem ser os seguintes:

- Marco 1 Conceito global acordado com o cliente
- Marco 2 Rascunho do *story board* preparado e acordado
- Marco 3 Filmagens completamente organizadas e planejadas
- Marco 4 Primeiro portfólio apresentado ao cliente
- Marco 5 Edição final acordada com o cliente

Apesar de termos dividido o estágio de definição do projeto em estabelecimento de objetivos, definição do escopo e delineamento da estratégia, todos os três estão claramente relacionados (veja Figura 16.5).

Estágio 3 – Planejamento do projeto

O processo de planejamento visa a quatro propósitos distintos:

- Determina o custo e a duração do projeto. Isso possibilita a tomada de decisões maiores – como a decisão de seguir adiante com o projeto no início.
- Determina o nível de recursos que será necessário.
- Ajuda a alocar trabalho e a monitorar o progresso. O planejamento deve incluir a identificação de quem é responsável por o quê.

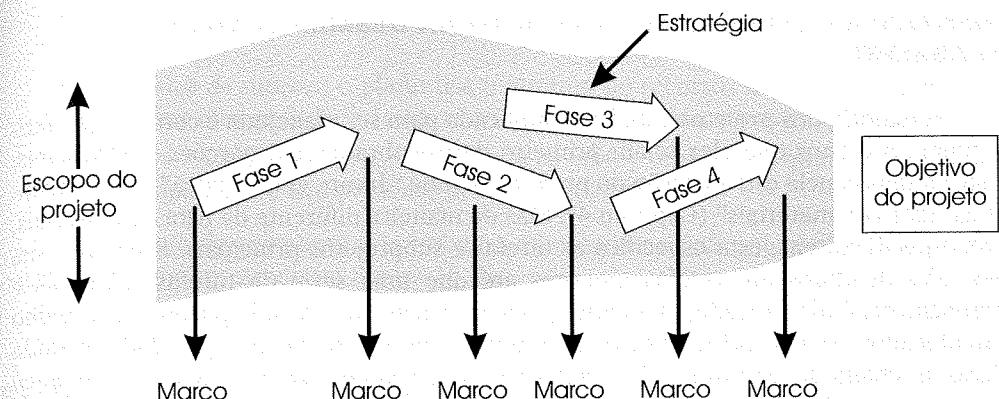


Figura 16.5 Relacionamento entre objetivos, escopo e estratégia na definição do projeto.

- Ajuda a avaliar o impacto de qualquer mudança sobre o projeto.

O planejamento não é um processo único. Ele pode ser repetido diversas vezes durante a vida do projeto, à medida que mudam as circunstâncias. O replanejamento não é um sinal de falha do projeto ou de mau gerenciamento. Especialmente em projetos incertos, é uma ocorrência normal. De fato, planos em estágios posteriores tipicamente significam que mais informação está disponível, e que o projeto está se tornando menos incerto. O processo de planejamento de projeto, seja ele levado avante pela primeira vez, seja um replanejamento, envolve cinco passos (veja Figura 16.6). Cada um desses processos é agora descrito, seguido de uma ilustração de sua aplicação em um “projeto” simples.

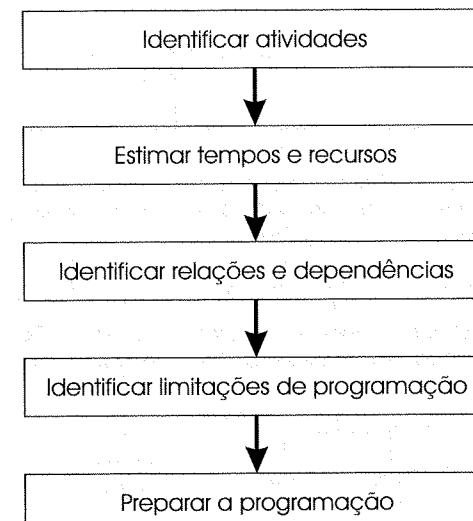


Figura 16.6 Processo de planejamento de projeto.

IDENTIFICAR ATIVIDADES – A ESTRUTURA DESMEMBRADA DO TRABALHO

A maioria dos projetos é muito complicada para ser planejada e controlada efetivamente a menos que eles sejam primeiro desmembrados em porções gerenciáveis. Isso é atingido pela estruturação do projeto em uma “árvore genealógica”, similarmente às “listas de materiais” (Capítulo 4). Mas de maneira diferente da lista de materiais, que especifica itens, esta especifica as tarefas e subprojetos principais. Estes, por sua vez, são divididos em tarefas menores até que uma série de tarefas definidas e gerenciáveis é identificada, chamadas *pacotes de trabalho*. A cada pacote de trabalho são alocados seus próprios objetivos, em termos de tempo, custo e qualidade. A saída disso é chamada *estrutura desmembrada de trabalho* (WBS – *work breakdown structure*). Ela deveria ser desenvolvida de uma forma lógica e sistemática de modo que cada nível da estrutura relacione-se com aquele acima e com aquele abaixo. A hierarquia de tarefas é, assim, gerada. A WBS traz clareza e definição ao processo de planejamento do projeto. Mostra como “o quebra-cabeças encaixa-se”.³ Também proporciona o esqueleto para a construção da informação para propósitos de relatório. A WBS é um dos primeiros documentos de planejamento a serem produzidos.

Projeto exemplo

Como um exemplo simples para ilustrar a aplicação de cada estágio do processo de planejamento, examinemos o seguinte projeto doméstico.

A definição do projeto é:

- *propósito*: fazer o café da manhã na cama;

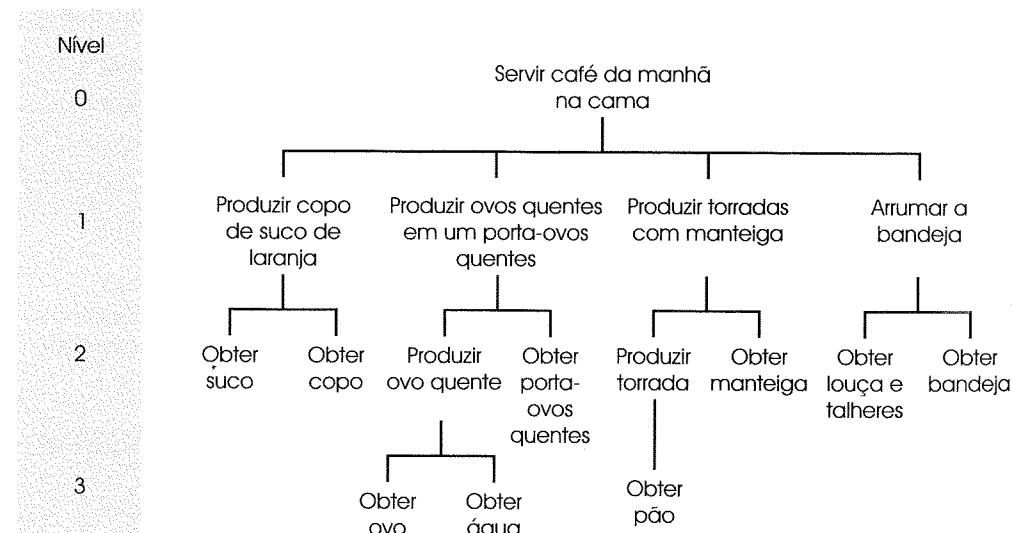


Figura 16.7 Estrutura desmembrada de trabalho para um projeto doméstico simples.

- *resultado final*: café da manhã na cama com ovos quentes, torradas e suco de laranja;
- *critérios de sucesso*: o plano usa o mínimo de recursos de pessoal e tempo e produz alta qualidade (ovos recentemente fervidos, torradas quentes etc.);
- *escopo*: o projeto começa na cozinha às 6:00 e termina no quarto; precisa de um operador e equipamento normal de cozinha.

A estrutura desmembrada de trabalho é baseada na definição acima e pode ser construída como mostrado na Figura 16.7.

Estimar tempos e recursos

O estágio seguinte no planejamento é identificar os requisitos de tempo e recursos dos pacotes de trabalho. As estimativas de recursos e tempo são fundamentais para a tomada de decisões no gerenciamento do projeto. Sem uma idéia de quanto durará cada parte de um projeto e de quanto recursos ela vai precisar é impossível definir o que deveria estar acontecendo em qualquer momento durante a execução do projeto. As estimativas são somente isso, contudo! Uma melhor avaliação feita de forma sistemática, não uma perfeita previsão da realidade. As estimativas não podem nunca ser perfeitas, mas elas devem ser feitas tendo alguma idéia de sua acuidade. Quanto mais esforço é dedicado a fazer a estimativa, melhor ela será. Em alguma medida, portanto, a acuidade de uma previsão reflete a vontade dos gerentes de projeto de despender tempo e dinheiro para obtê-la. Isso vai depender do uso que será feito das estimativas. A Figura 16.8 ilustra como as estimativas que são usadas para diferentes propósitos, provavelmente, terão diferentes graus de acuidade. O grau de acuidade de uma estimativa está fortemente relacionado com o estágio da vida do projeto no qual ela será usada. No início de um projeto, quando uma estimativa grosseira é necessária, o núme-

Classe de estimativa	Propósito da estimativa
5 Ilustrativa	Triagem econômica da fábrica
4 Orçamento/indicativa	Avaliação de opção da fábrica
3 Orçamento	Estabelecimento do orçamento do projeto
2 Firme	Aprovação do projeto
1 Definitiva	Controle do projeto

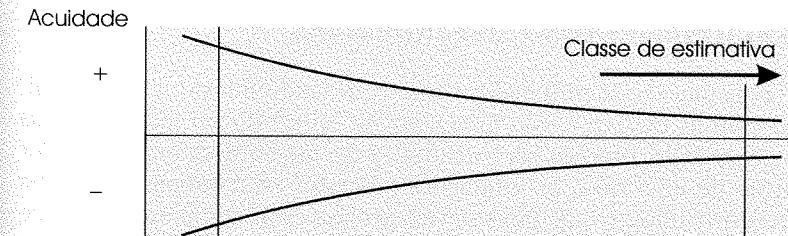


Figura 16.8 As estimativas precisam ser progressivamente mais acuradas à medida que o projeto prossegue.

ro real somente tem um valor “ilustrativo”, já durante a execução detalhada do projeto final, são necessárias estimativas “definitivas” para controlar diariamente.

Projeto exemplo

Retornando ao nosso exemplo simples de projeto “café da manhã na cama”, as atividades foram identificadas e os tempos estimados como na Tabela 16.1.

Apesar de algumas estimativas poderem parecer generosas, elas levam em conta o momento do dia e o estado do operador.

Tabela 16.1 Estimativas de tempo e recursos para um projeto “café da manhã na cama”.

Atividade	Esforço (pessoa-min)	Duração (min)
Passar manteiga na torrada	1	1
Encher como com suco de laranja	1	1
Ferver o ovo	0	4
Fatiar o pão	1	1
Encher a panela com água	1	1
Ferver a água	0	3
Tostar o pão	0	2
Levar a bandeja cheia para o quarto	1	1
Buscar bandeja, pratos e talheres	1	1

Estimativas probabilísticas

A quantidade de incerteza de um projeto relaciona-se fortemente com o nível de confiança que pode ser colocado em uma estimativa. O impacto de incertezas sobre tempos estimados leva alguns gerentes de projeto a usar uma curva de probabilidade para descrever estimativas. Na prática, isso é usualmente uma distribuição inclinada positivamente, como na Figura 16.9. Quanto maior o risco, maior a faixa de distribuição. A tendência natural de algumas pessoas é produzir estimativas *otimistas*, mas isso terá relativamente baixa probabilidade de estar correto, porque ela representa o tempo que seria despendido se *tudo* corresse bem. Estimativas *mais prováveis* têm uma maior probabilidade de se comprovar. Finalmente, as estimativas *pessimistas* pressupõem que quase tudo que pode dar errado dará errado. Por causa da natureza inclinada da distribuição, o tempo esperado para a atividade não será o tempo mais provável.

IDENTIFICAR RELACIONAMENTOS E DEPENDÊNCIAS

Todas as atividades que são identificadas como compondo um projeto terão algum relacionamento com as demais e vão depender da lógica do projeto. Algumas atividades vão, por necessidade, precisar ser executadas em uma ordem particular. Por exemplo, na construção de uma casa, as fundações precisam estar preparadas antes que as paredes sejam construídas, o que, por sua vez, precisa estar completo antes que o telhado seja colocado no lugar. Essas atividades têm um relacionamento *dependente* ou em *série*. Outras atividades não têm esse tipo de dependência das demais. O jardim dos fundos da casa poderia, talvez, ser preparado totalmente independentemente de a garagem ser construída. Essas duas atividades têm um relacionamento *independente* ou *paralelo*.

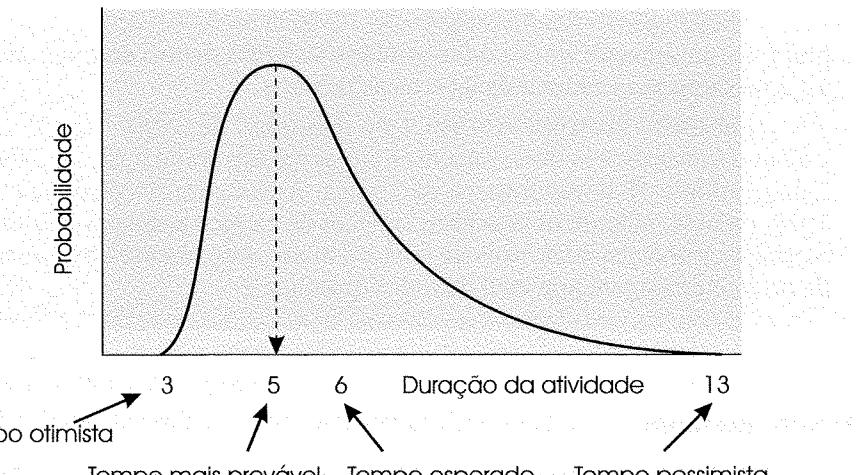


Figura 16.9 Distribuição de probabilidades de tempos estimados.

O TÚNEL DO CANAL⁴

O projeto do Túnel do Canal foi o maior projeto de construção já executado na Europa e o maior investimento singular em transporte de todo o mundo. Por anos falou-se em ligar o Reino Unido à França por um túnel, e somente em 1986 os dois governos chegaram a um entendimento que permitiu ao projeto andar. O projeto, que foi patrocinado pelo setor privado, previu sua concessão de exploração por 55 anos aos “donos”, responsáveis pelo projeto, construção e gerenciamento da operação. O Grupo Eurotúnel (teoricamente duas empresas holdings, uma francesa, outra do Reino Unido) ganhou o contrato para projetar e construir o túnel para o TML (Trans-Manche Link – Ligação Através do Canal da Mancha), um consórcio de dez empresas construtoras francesas e britânicas. O plano era para cerca de metade da capacidade do túnel ser dedicada a redes ferroviárias nacionais do Reino Unido e da França e a outra metade era para ser dedicada aos serviços de trens locais “Le Shuttle”, aos cuidados da própria Eurotúnel. A operação, quando terminada, foi planejada para ser a linha de trens mais ocupada do mundo.

Para os gerentes do projeto, era um empreendimento grandioso. A escala do projeto era assustadora. Dois túneis de estradas de ferro principais, divididos por um túnel de acesso/serviço, cada um com 7,6 metros de diâmetro, correndo 40 metros abaixo do leito do mar. No total há mais de 150 quilômetros de túnel no projeto. O projeto também estava sujeito a vários tipos de incertezas. Durante as negociações iniciais, a incerteza política ameaçou o comprometimento de ambos os governos. Na fase de planejamento, a incerteza geológica tinha que ser reduzida por uma complexa série de testes. O financiamento do projeto, que requeria investimento de mais de 200 bancos e agências financeiras, assim como de mais de meio milhão de acionistas, resultou em incertezas financeiras. Finalmente, os problemas técnicos, tanto na perfuração em si como, de maneira mais im-

4. Fonte: Discussão com o pessoal da companhia.

portante, na subcontratação dos traçados e sistemas dentro do túnel, precisaram ser superados para reduzir as incertezas técnicas.

A histórica abertura veio em 1 de dezembro de 1990, quando grupos de trabalho franceses e ingleses encontraram-se em um ponto a 22,3 quilômetros do Reino Unido e 15,6 quilômetros da França. A inauguração verdadeira veio em 1994, todavia, quando os primeiros serviços de carga e passageiros começaram a conectar os dois países através de talvez o maior atingimento em gerenciamento de projeto de engenharia civil de todos os tempos.

Projeto exemplo

A Tabela 16.2 identificou as atividades para o projeto de preparação do café da manhã. A lista mostra que algumas atividades precisam, necessariamente, seguir outras. Por exemplo, “ferver ovo” não pode ser levada avante até que “encher a panela com água” tenha sido completada. Uma análise lógica posterior das atividades na lista mostra que há duas “correntes” principais, em que as atividades precisam ser levadas avante em uma seqüência definida:

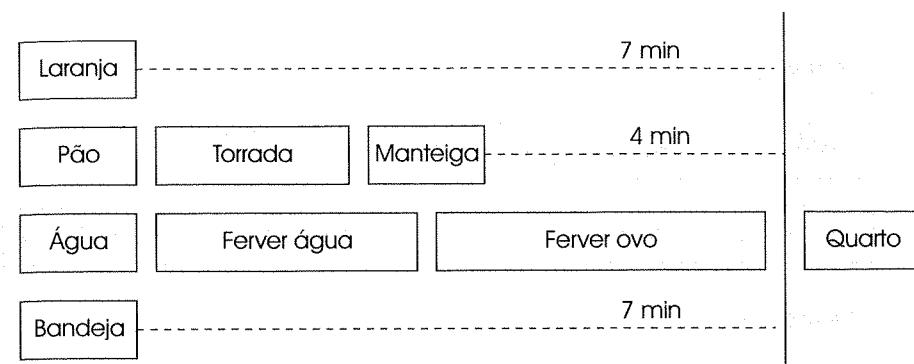
- Fatiar pão – Tostar pão – Passar manteiga na torrada
- Encher a panela com água – Ferver a água – Ferver ovos

Ambas essas seqüências precisam estar completas antes da atividade “levar a bandeja cheia para o quarto”. As atividades remanescentes (“verter suco de laranja no copo” e “trazer bandeja, pratos e talheres”) podem ser feitas em qualquer momento, desde que elas estejam completas antes de “levar bandeja cheia para o quarto”. Um plano de projeto inicial poder ser como o mostrado na Figura 16.10. Aqui, as atividades foram mostradas como blocos de tempo proporcionais às suas durações estimadas. Disso, podemos ver que o “projeto” pode ser completado em nove minutos. Algumas das atividades têm tempo sobressalente (chamadas folgas), indicados pela linha pontilhada. A seqüência “Encher panela – Ferver água – Ferver ovo – Quarto” não tem folga e é chamada a *caminho crítico* do projeto. Por implicação, qualquer atividade que se atrasasse nesta seqüência causaria que todo o projeto fosse atrasado. Vamos discutir isso posteriormente neste capítulo.

IDENTIFICAR LIMITAÇÕES DE PROGRAMAÇÃO

Uma vez que tenham sido feitas as estimativas de tempo e de esforço envolvidos em cada atividade, e suas relações de dependência, é possível comparar os requisitos do projeto com os recursos disponíveis. A natureza finita de recursos críticos – como as habilidades especiais – significa que eles devem ser levados em conta no processo de planejamento. Isso frequentemente tem o efeito de destacar a necessidade de replanejamento mais detalhado, ou de abordagens alternativas, como as subcontratações. Há essencialmente duas abordagens fundamentais.⁵

394 5. LOCK, D. Op. cit.



Fonte: Cortesia de Neil Anderson, DCE.

Figura 16.10 Plano de projeto inicial para um projeto simples.

- *Limitada por recursos* (também chamada *finita*). Somente os níveis de recursos disponíveis são usados na programação de recursos, e nunca serão excedidos. Como resultado, o completamento do projeto pode “escorregar” no tempo. A programação limitada por recursos é usada, por exemplo, quando uma empresa de projeto tem suas próprias instalações de montagem e testes altamente especializadas.
- *Limitada por tempo*. A prioridade dominante é completar o projeto dentro de um dado tempo. Uma vez que os recursos normalmente disponíveis tenham sido estabelecidos, recursos alternativos (“adicionais”) são programados.

Projeto exemplo

Retornando ao projeto do café da manhã na cama, podemos agora considerar as implicações de recursos do plano na Figura 16.10. Cada uma das quatro atividades programadas no início (encher o copo com suco, cortar o pão, encher a panela e trazer a bandeja) consome recursos. Colocando em um gráfico os recursos requeridos teremos o perfil dos recursos como na Figura 16.11. Há, claramente, um problema de carga de recursos, porque a definição do projeto estabelece que somente uma pessoa está disponível. Isso não é uma dificuldade insuperável, todavia, porque há folga suficiente para mover algumas das atividades. Um plano com recursos nivelados pode ser produzido, o que é mostrado na Figura 16.12. Tudo o que foi necessário foi atrasar a preparação da torrada em um minuto e usar o tempo do processo de tostagem e de fervura da água para encher o copo de laranja e buscar a bandeja.

FIXAR A PROGRAMAÇÃO

Os planejadores de projeto deveriam, idealmente, ter algumas alternativas para escolher. A que melhor se adequa ao projeto pode então ser escolhida e desenvolvida. Por exemplo, pode ser adequado examinar ambas as opções, de recursos limitados e de tempo limitado. Todavia, não é sempre possível examinar diversas alternativas de programação. Especialmente em projetos muito grandes ou muito incertos, a computação poderia ser proibitiva. Todavia, modernos programas de computadores de gerenciamento de projeto estão tornando a busca da melhor programação mais factível.

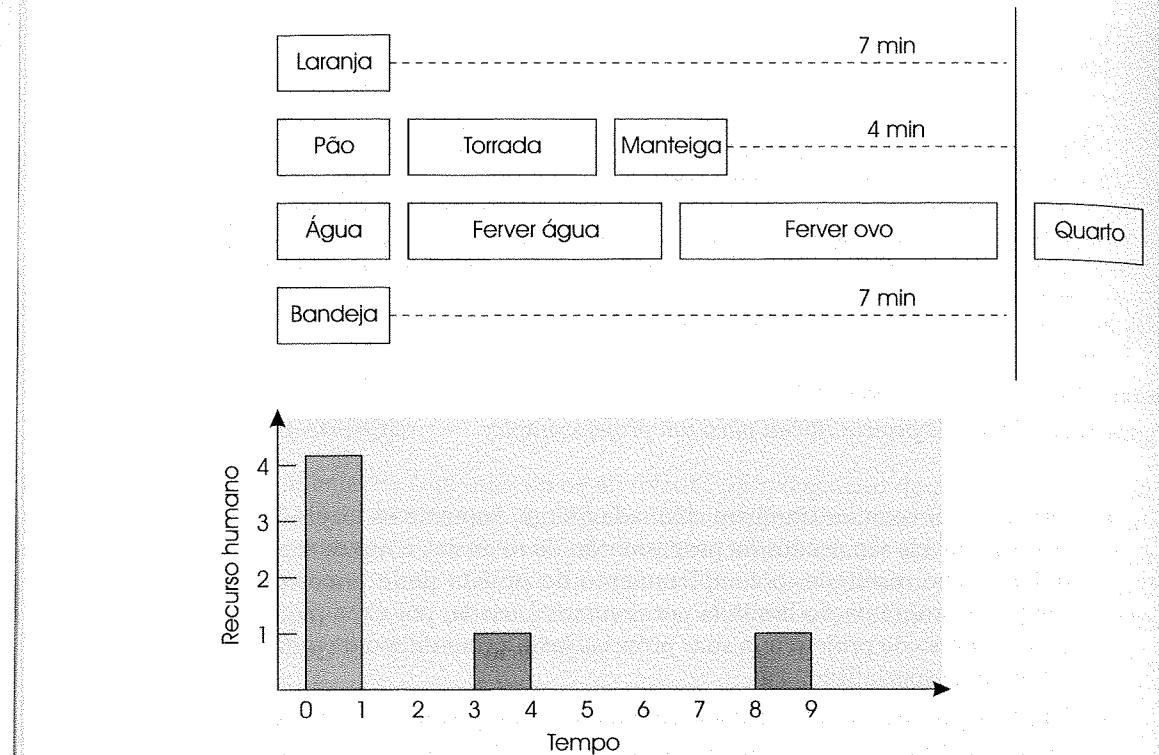
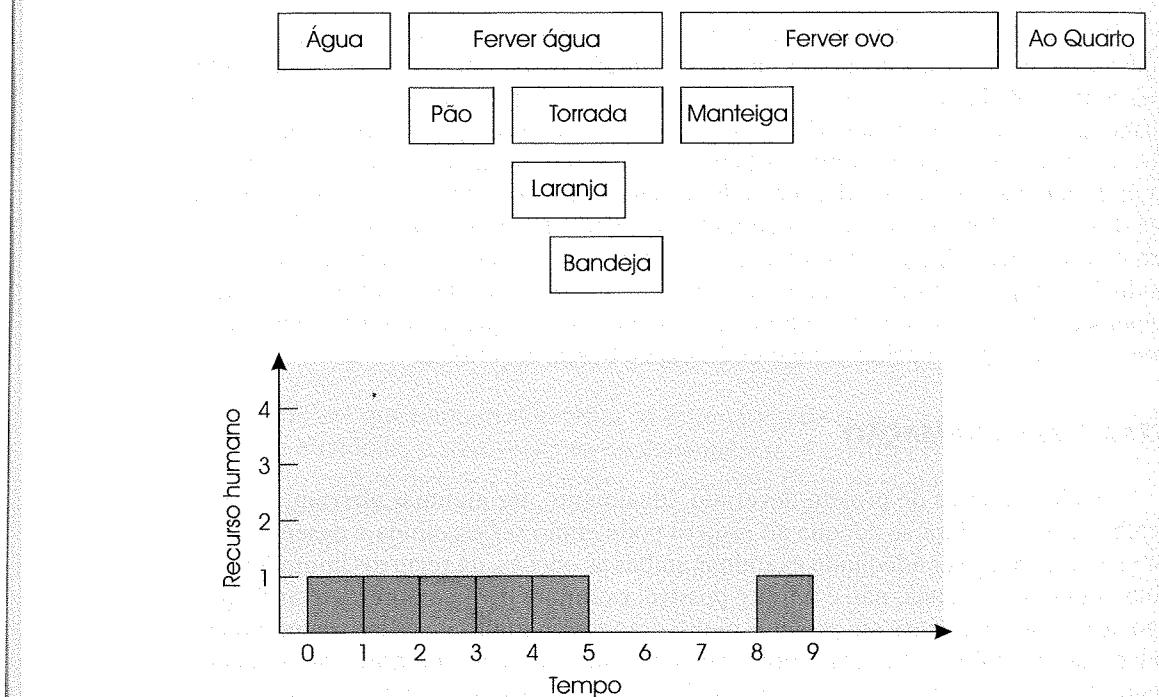


Figura 16.11 Plano com alocação de recursos.



396 Figura 16.12 Plano revisado com alocação de recursos.

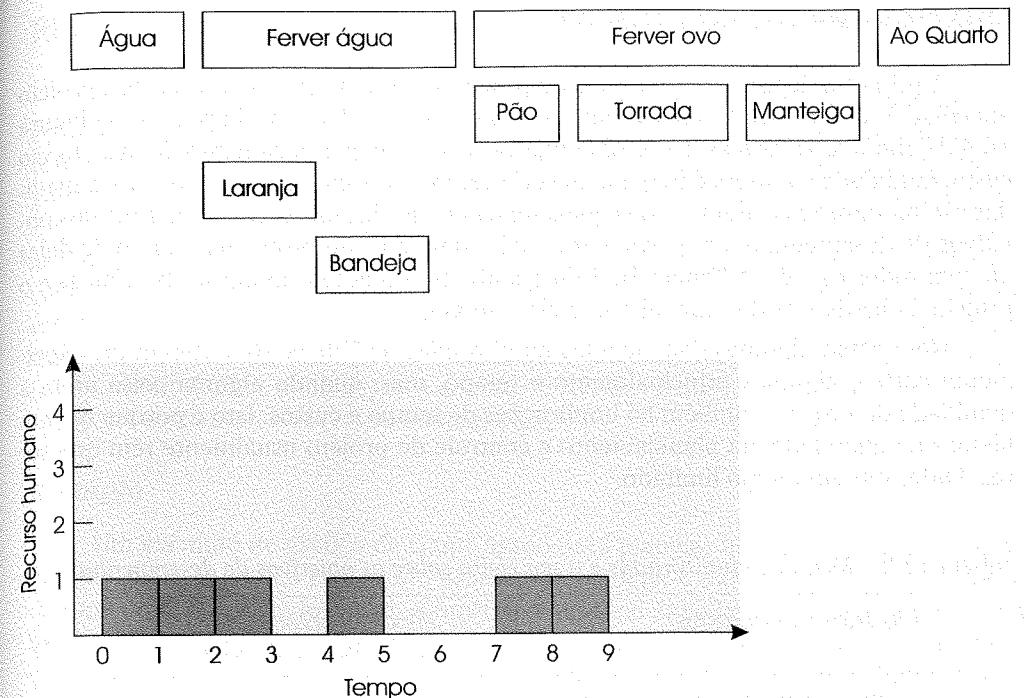


Figura 16.13 Plano com recursos nivelados e torrada quente.

Projeto exemplo

Um melhoramento posterior pode ainda ser feito ao plano. Olhando novamente para a definição do projeto, o critério de sucesso estabelece que o produto deveria ser de “alta qualidade”. No plano mostrado na Figura 16.12, enquanto o ovo está recentemente fervido, a torrada pode estar fria. Um plano “otimizado” que proporcionaria torrada quente seria preparar a torrada durante a atividade de fervura do ovo. Este plano é mostrado na Figura 16.13.

Estágio 4 – Controle do projeto

Os estágios em planejamento e controle de projeto até aqui descritos aconteceram antes que o projeto real ocorresse. O presente estágio lida com as atividades do gerenciamento que ocorrem durante a execução do projeto. O controle do projeto é o elo essencial entre o planejar e o fazer.

O processo do controle de projeto envolve três conjuntos de decisões:

- como monitorar o projeto para checar seu progresso;
- como avaliar o desempenho do projeto através da comparação das observações monitoradas do projeto com o plano do projeto;
- como intervir no projeto para fazer as mudanças que o trarão de volta ao planejado.

MONITORAMENTO DO PROJETO

A primeira decisão dos gerentes de projeto quando tentam controlar um projeto em curso é “o que eles devem avaliar?” O triângulo dos objetivos do projeto na Figura 16.4 dá algumas respostas. Se os objetivos principais do gerenciamento do projeto são custo, qualidade e tempo, é isso que deveria ser monitorado. Usualmente várias medidas são monitoradas, algumas das quais relacionadas diretamente com alguns dos objetivos de desempenho, em particular aquelas que indicam problemas com dois deles ou com todos os três. A Tabela 16.2 ilustra algumas medidas monitoradas típicas e o principal objetivo de desempenho que elas afetam.

Note como algumas das medidas monitoradas da Tabela 16.3 afetam principalmente custos, algumas principalmente o tempo, mas, quando alguma coisa afeta a qualidade do projeto, também há implicações de tempo e custos. Isto é porque os problemas de qualidade em planejamento e controle de projeto usualmente têm que ser resolvidos em um tempo limitado.

Tabela 16.2 *Medidas monitoradas e o seu efeito sobre os objetivos de desempenho.*

Medidas monitoradas	Principal objetivo de desempenho afetado
Custos excedendo ao orçamento	Custo
Baixo fluxo de caixa	Custo
Mudanças nos preços de fornecedor	Custo
Excessivas horas extras	Custo
Mudanças no escopo do projeto	Custo, qualidade, tempo
Desempenho técnico pobre	Qualidade, tempo, custo
Falhas de inspeção	Qualidade, tempo, custo
Erros em informação	Qualidade, tempo, custo
Espera por atrasos de recursos	Tempo, custo
Atrasos de fornecedores	Tempo, custo
Consumidor muda datas de entrega	Tempo, custo
Atividades não iniciadas pontualmente	Tempo
Atividades não terminadas pontualmente	Tempo
Marcos perdidos	Tempo

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO PROJETO

As medidas monitoradas de desempenho de projeto precisam ser avaliadas de modo que o gerenciamento do projeto possa, a qualquer momento, julgar o desempenho global. Novamente isso é feito para os três objetivos de desempenho de projeto: custo, qualidade e tempo. Esforços mais detalhados freqüentemente são necessários à avaliação de custo e tempo. Problemas de qualidade vão acabar aparecendo (como notamos antes) fatalmente, assim como problemas de custo e tempo. O primeiro passo neste processo é retornar ao estágio de planejamento para ver em que estado o projeto deveria estar em cada momento. Os tempos planejados para o início e o fim de cada atividade podem ser tomados da programação de nossas atividades, como as mostradas na Figura 16.13. Os custos planejados gastos em qualquer momento também podem ser derivados do programa de atividades do projeto.

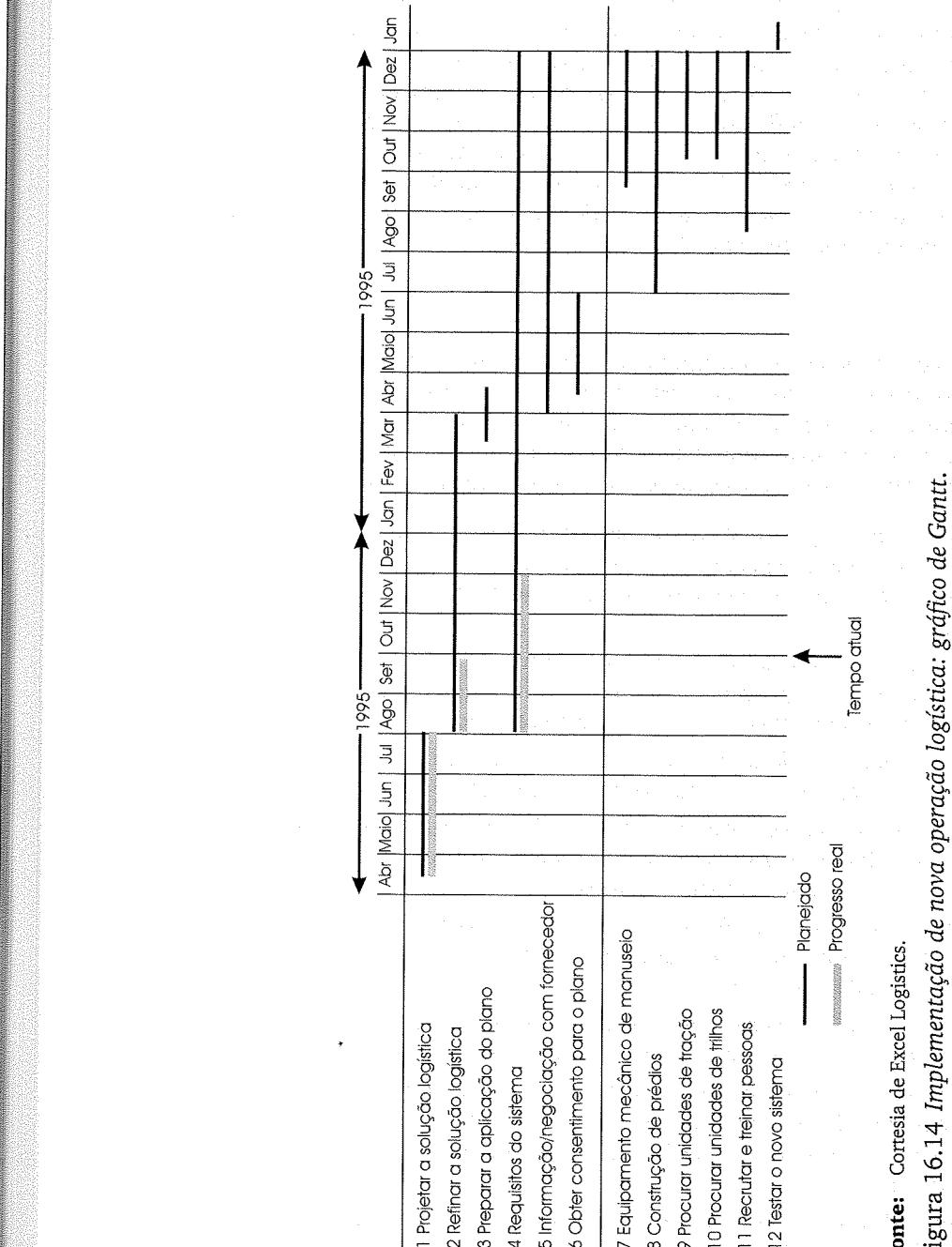
Planejamento de rede

O processo de planejamento e controle de projeto, que foi descrito neste capítulo, é grandemente ajudado pelo uso de técnicas que auxiliam os gerentes de projeto a lidar com sua complexidade e sua natureza temporal. A mais simples dessas técnicas é o gráfico de Gantt (ou gráfico de barras), que introduzimos no Capítulo 10. Essas técnicas foram recentemente criadas, a maioria das quais vai sob o nome coletivo de *análise de redes*. São elas que agora são usadas quase universalmente, para ajudar a planejar e controlar todos os projetos significativos, mas que também mostram-se úteis em empreendimentos menores. Os dois métodos de análise de rede que vamos examinar são o *método do caminho crítico* (CPM – critical path method), ou *análise do caminho crítico* (CPA – critical path analysis) e a técnica PERT de revisão e avaliação de programa (program evaluation and review technique).

Exemplo

Um exemplo de gráfico de Gantt usado para planejar um projeto é mostrado na Figura 16.14. O gráfico está sendo usado para planejar e monitorar a implementação de uma nova operação logística. A nova operação vai envolver a compra de uma frota de caminhões, o projeto de novas rotas e a construção de um novo centro de distribuição e manuseio de equipamento. As seguintes atividades principais são planejadas:

1. *Projetar a solução logística.* Aproximadamente de três meses de duração, desde que com dados e especificações precisas dos clientes. (A tarefa-chave é conseguir informações de pessoas que não estão diretamente envolvidas com o projeto.)
2. *Refinar a solução logística.* Um processo continuado que precisa ser mantido nos trilhos, uma vez que seu delineamento tenha sido definido. (Deve estar completo antes que possa ser dado conhecimento aos fornecedores.)
3. *Preparar a aplicação do plano.* Necessárias quatro semanas. (As especificações de construção precisam estar prontas primeiro.)
4. *Requisitos de sistema.* Um processo continuado de integração de sistemas de informação. (Todos os sistemas estão disponíveis, mas eles precisam ser integrados com os objetivos globais do projeto.)
5. *Dar conhecimento/negociações com fornecedor.* Novos procedimentos precisam ser explicados a todos os fornecedores por um grupo de coordenação central, à medida que o projeto anda.
6. *Obter o consentimento para o plano.* O tempo estabelecido é de oito semanas, mas a experiência sugere que o normal são 12 semanas.
7. *Equipamento mecânico de manuseio.* O tempo de suprimento (*lead-time*) é atualmente de 12 semanas para equipamentos padrão, até 16 semanas para especializados. (Assume-se padrão. Esta atividade inclui projeto e layout de estanqueterias.)
8. *Construção de prédios.* Seria de seis meses para uma construção da área necessária. (O clima pode ter um grande impacto.)
9. *Aquisição de unidades de tração.* Atualmente o tempo de suprimento é de 10 a 12 semanas.



10. *Aquisição de unidades de trilhos.* Oito semanas padrão, a 12 semanas para requisitos especiais.
11. *Recrutamento e treinamento.* Precisa começar recrutamento de 100 pessoas três meses antes do início. (Treinamento deve começar duas semanas antes do início da operação.)
12. *Teste do novo sistema.* Duas semanas são necessárias para ensaios do sistema, testes e treinamento final.

O comprimento da barra de cada atividade é diretamente proporcional ao tempo calendário e assim indica a duração relativa de cada atividade. O progresso de cada atividade é mostrado pelas barras inferiores. A seta que mostra “tempo atual” indica que todas as atividades à esquerda deveriam agora já estar completadas. Os gráficos de Gantt são a forma mais simples de mostrar o plano do projeto global, porque eles têm um excelente impacto visual e são fáceis de entender. Eles também são úteis para comunicar planos e *status* de projetos para os gerentes sêniores, da mesma forma que para o controle do projeto no dia-a-dia. Todavia, os gráficos de Gantt são limitados no número de atividade com que podem lidar antes que fiquem “congestionados”.

Método do caminho crítico (CPM – critical path method)

À medida que a complexidade de um projeto cresce, torna-se necessário identificar os relacionamentos entre as atividades. Torna-se crescentemente importante mostrar a seqüência lógica na qual as atividades devem acontecer. Os dois relacionamentos fundamentais, que foram descritos antes, foram:

- *Atividades em série:* em que a atividade A deve estar completa antes que a atividade B possa começar.
- *Atividades paralelas:* em que a atividade B pode prosseguir enquanto a atividade A ainda está acontecendo.

O método do caminho crítico (CPM) modela o projeto, esclarecendo os relacionamentos entre as atividades. A primeira forma pela qual podemos ilustrar isso é usando setas para representar cada atividade em um projeto. Por exemplo, examinemos o projeto simples da Figura 16.15, que envolve a decoração de um apartamento. Foram identificadas seis atividades junto com seus relacionamentos. A primeira atividade, *a*, “remover a mobília”, não requer que nenhuma outra atividade seja completada antes que ela possa começar. Todavia, a atividade *b*, “preparar o quarto”, não pode começar até que a atividade *a*, “remover a mobília”, tenha sido completada. O mesmo aplica-se à atividade *d*, “preparar a cozinha”. De maneira similar, a atividade *c*, “pintar o quarto”, não pode começar até que a atividade *b* esteja completada. Nem pode a atividade *e*, “pintar a cozi-nha”, começar até que a cozinha tenha sido preparada. Somente quando tanto o quarto quanto a cozinha forem pintados, o apartamento pode ser novamente mobiliado. A lógica desses relacionamentos é mostrada como um diagrama de arcos, em que cada atividade é representada por uma seta (ou arco) (o comprimento dos arcos não é proporcional à duração das atividades).

Este diagrama de arcos pode ser desenvolvido para um diagrama de rede como mostrado na Figura 16.16. Na cauda (início) e na cabeça (fim) de cada *atividade* (representada por uma seta) está um círculo que representa um *evento*. Eventos são momentos no tempo em que ocorrem o início ou fim de uma atividade. Eles não têm

Atividade	Predecessora imediata	Duração da atividade (em dias)
a Remover a mobília	Nenhuma	1
b Preparar o quanto	a	2
c Pintar o quarto	b	3
d Preparar a cozinha	a	1
e Pintar a cozinha	d	2
f Substituir a mobília	c,e	1

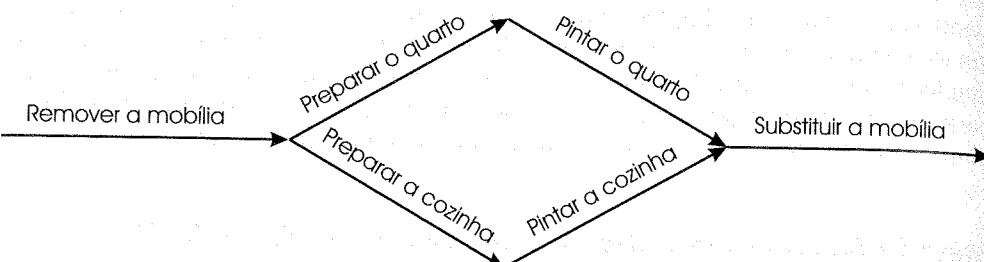


Figura 16.15 As atividades, relacionamentos e durações e o diagrama de arcos para o projeto “decorar apartamento”.

duração e não são de natureza definida. As redes desse tipo são compostas somente de atividades e eventos.

As regras para desenhar esse tipo de diagrama de rede são bastante simples.

Regra 1: Um evento não pode ser atingido até que todas as atividades que nele desembocam estejam completas. O evento 5, na Figura 16.16, não é atingido até que as atividades c e e estejam completas.

Regra 2: Nenhuma atividade pode começar até que o evento em sua cauda tenha sido atingido. Na Figura 16.16, a atividade f não pode começar até que o evento 5 seja atingido.

Regra 3: Duas atividades quaisquer não podem ter os mesmos eventos cabeça e cauda. Na Figura 16.17, as atividades x e y não podem ser desenhadas como mostrado inicialmente; elas devem ser desenhadas usando uma *atividade fictícia*.

Atividades fictícias não têm duração e são usualmente mostradas como uma seta (ou arco) de linha pontilhada. Elas são usadas ou para clareza de desenho ou para manter a lógica do diagrama consistente com o projeto.

CAMINHO CRÍTICO

Em todos os diagramas de rede em que as atividades têm algum relacionamento paralelo, haverá mais de uma seqüência de atividades que vão levar do início ao final do projeto. Essas seqüências (ou caminhos) de atividades são chamadas *caminhos atra-*

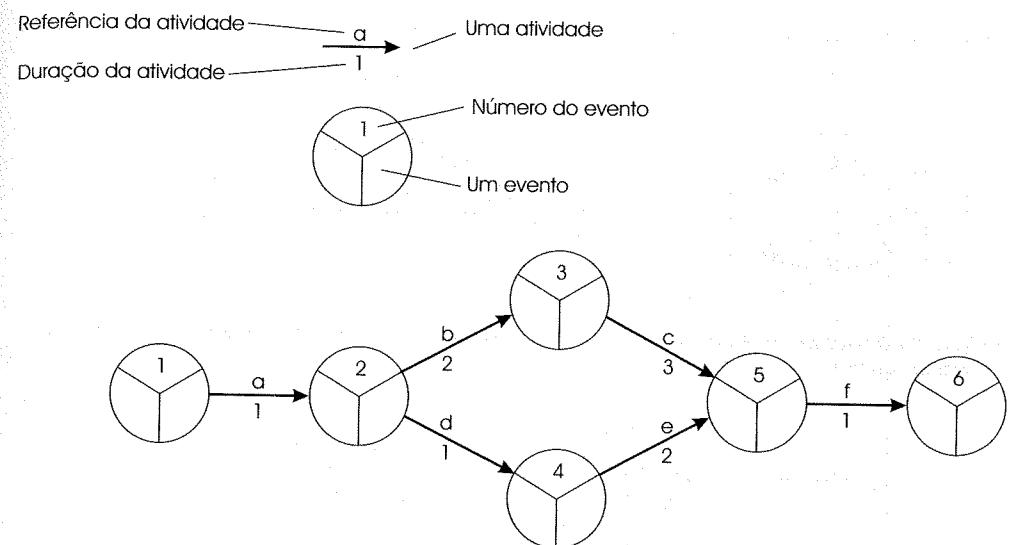


Figura 16.16 Diagrama de rede para o projeto “decorar o apartamento”.

vés da rede. Cada caminho terá uma duração total que é a soma das durações de suas atividades. O caminho que contém a seqüência mais longa de atividades é chamado de *caminho crítico* da rede (note que é possível ter mais de um caminho crítico, se eles têm o mesmo tempo conjunto mais longo). É chamado caminho crítico porque qualquer atraso em qualquer atividade neste caminho atrasará o projeto todo. Os atrasos em atividades que não estão no caminho crítico não vão necessariamente atrasar o projeto todo.

Na Figura 16.16, portanto, o caminho crítico através da rede é a, b, c, f, que dura sete dias. Essa é a duração mínima do projeto todo. Ambas essas informações são importantes. Através do desenho do diagrama de rede podemos:

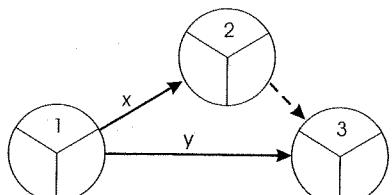
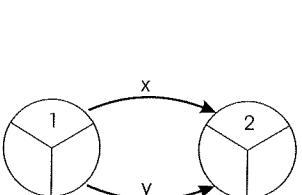
- identificar quais são as atividades particularmente importantes, e
- calcular a duração do projeto todo.

REDES COM ATIVIDADES NOS NÓS

A rede que descrevemos até aqui usa arcos (setas) para representar atividades e círculos na junção ou nós dos arcos para representar eventos. Este método é chamado de método de *atividade nos arcos* (AoA – activity on arrow). Um método alternativo de desenhar redes é o método de *atividade nos nós* (AoN – activity on node). No AoN, a representação das atividades é feita com retângulos e os arcos são usados para definir o relacionamento entre elas. Há três vantagens no método AoN.

- É com freqüência mais fácil mover-se da base lógica dos relacionamentos de um projeto para um diagrama de rede usando o método AoN do que usando o AoA.
- Os diagramas AoN não precisam de atividades fictícias para manter a lógica dos relacionamentos.

(a) Quando duas atividades independentes têm o mesmo evento na cabeça e o mesmo evento na cauda



(b) Quando dois ramos (também chamados caminhos) independentes de atividades compartilham um evento comum

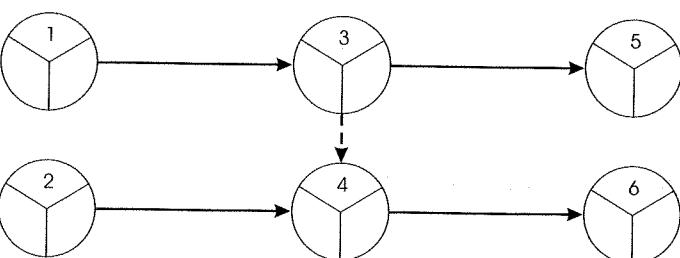


Figura 16.17 Quando atividades fictícias são necessárias.

- A maioria dos pacotes de computador que são usados em planejamento e controle de projeto usa o formato AoN.

Uma rede AoN para o projeto “decorar apartamento” é mostrada na Figura 16.18.

Exemplo

Retornando à “nova operação de logística”, descrita anteriormente, um diagrama AoN é mostrado na Figura 16.19. Neste exemplo (como na maioria dos exemplos reais), os relacionamentos nem sempre são claros. Por exemplo, “Refinar logística” foi mostrado como tendo impacto somente sobre “Negociação com fornecedor”. Na prática, ela também teria impacto sobre “Requisitos do sistema” e provavelmente também

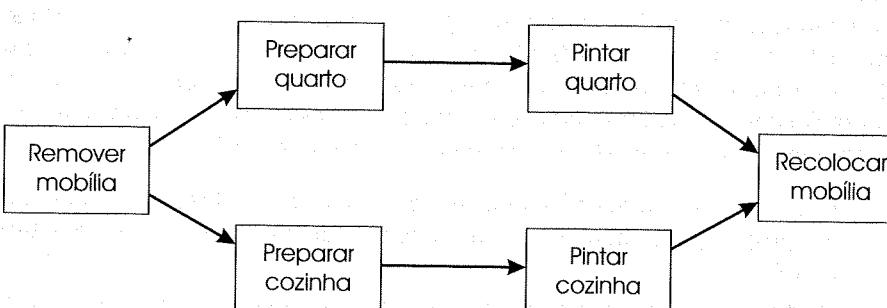


Figura 16.18 Diagrama de rede atividades nos nós para o projeto “decorar apartamento”.

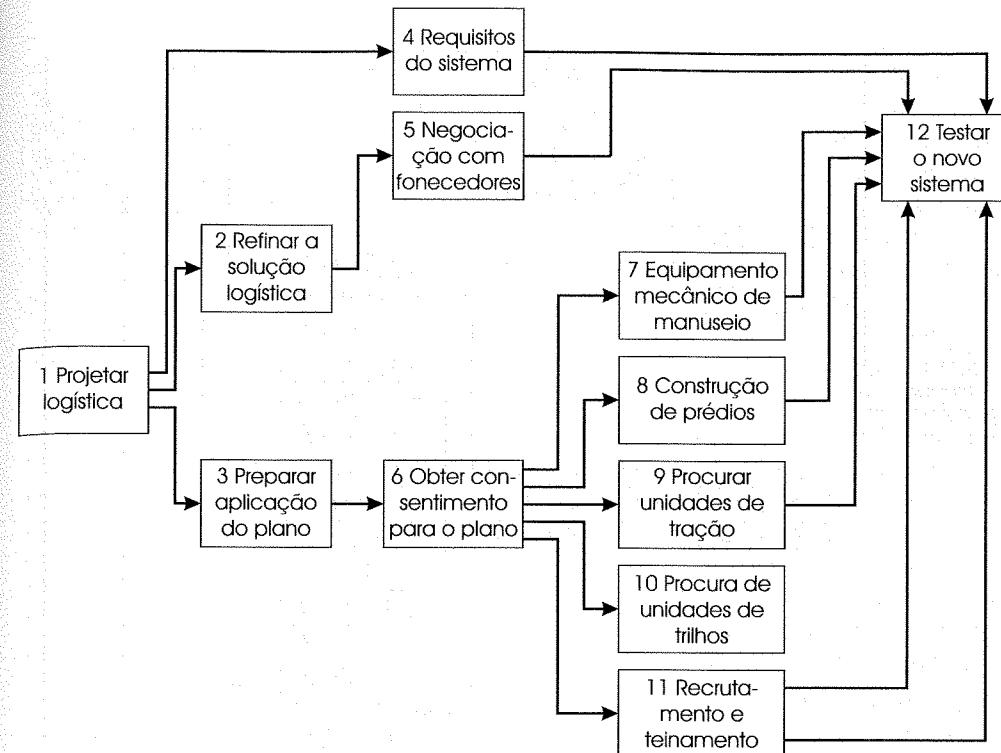


Figura 16.19 Nova operação de logística: diagrama lógico.

sobre as questões de projeto nas atividades 7 a 11. Esses relacionamentos poderiam ser mostrados em uma rede de nível mais baixo, que entra em maiores detalhes nessas questões. A atividade em Requisitos do sistema é um subprojeto em si e requereria seu próprio gráfico de barras e diagrama lógico para planejamento e monitoramento.

Análise de tempo

A Figura 16.20 mostra uma rede AoN para o diagrama simples da Figura 16.19. Os números de atividades e as descrições resumidas, são conforme antes. Cada uma é agora circundada por um conjunto de seis números que significam informação, como mostrado na Figura 16.21.

A *data mais cedo de início* para cada atividade é encontrada trabalhando da esquerda para a direita ao longo da rede. Cada atividade sem precedência pode começar em $t = 0$. Em um evento “mesclado” (duas ou mais atividades “desembocam” em uma outra), use a data mais tarde de completamento das várias atividades. A *data mais cedo de término* de uma atividade “disparo” (como a atividade 6, em que cinco atividades subsequentes são por ela disparadas) é carregada para a frente para formar as *datas mais cedo de início* das atividades subsequentes (atividades 7 a 11).

A *data mais tarde de início* de cada atividade é encontrada trabalhando-se para trás da direita para a esquerda ao longo da rede. A *data mais cedo de início* para a atividade final na rede é freqüentemente usada como a *data mais tarde de início* para a atividade. Em atividades “mescladas” (como a atividade 6) use a menor data de completamento das várias atividades.

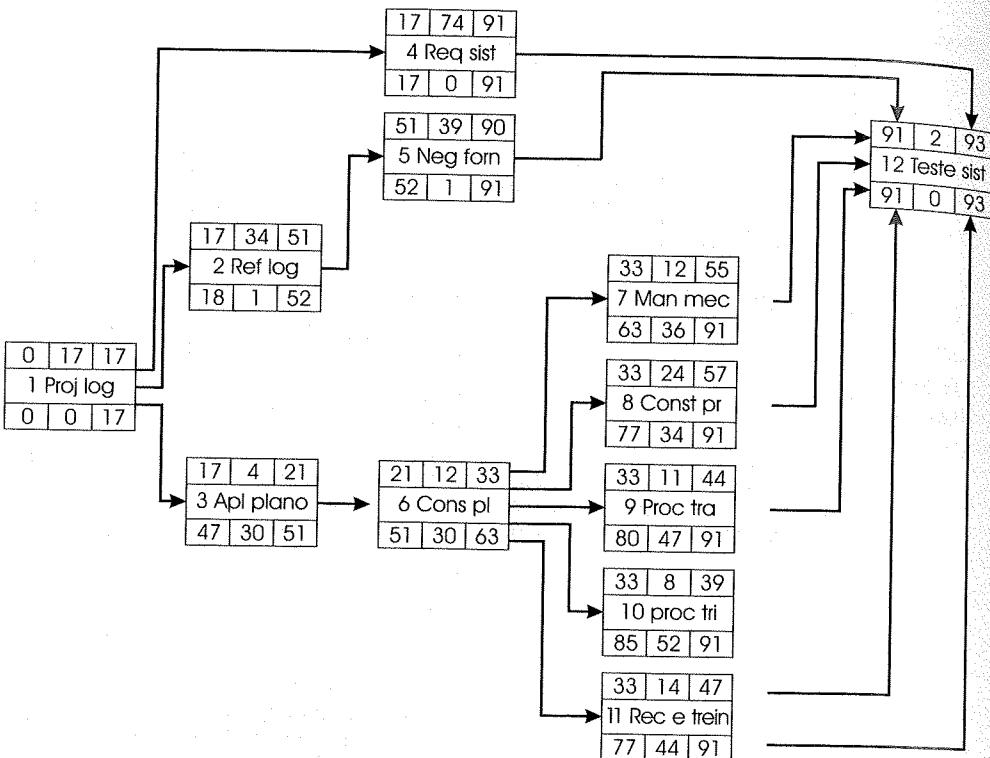


Figura 16.20 Nova operação de logística: rede de precedências.

Data mais cedo de início	Duração	Data mais cedo de término
Número da atividade Descrição da atividade		
Data mais tarde de início	Folga total	Data mais tarde de término

Figura 16.21 Convenção de atividade nos nós (AoN).

Primeiro executa-se uma *passada para a frente* na rede (isto é, procedemos da esquerda para a direita). Para a atividade 1 é dada uma data de início na semana 0. A data mais cedo de término é então a semana 17, devido a sua duração de dezessete semanas. A data mais cedo de início da atividade 2 deve então também ser a semana 17. A atividade 5 começa em $17 + 34$, a duração da atividade 2. A atividade 4 é paralela com a atividade 2, e pode começar ao mesmo tempo. O restante da passagem para a frente é direto, até que chegemos à atividade 12. Aqui, sete atividades concorrem, de modo que precisamos usar a mais tarde das datas mais tarde de término das atividades que estão concorrendo como a data mais cedo de início da atividade 12. É 91 (a data mais cedo de término da atividade 4). Uma vez que a duração da atividade 12 é duas semanas, a data mais cedo de término de toda a rede é 93 semanas.

406

Agora executa-se uma *passada para trás*, assumindo que a data mais tarde de término é também 93 semanas (o extremo inferior direito no retângulo da atividade 12). Isto significa que não existe “folga”, isto é, a diferença entre as datas mais cedo e mais tarde de início para essa atividade é zero. Assim, a data mais tarde de início é também a semana 91. Isso vai para trás para as atividades 7 a 11, que têm a semana 91 como a data mais tarde de término. A diferença entre a semana 91 e as várias datas mais cedo de término para essas atividades significa que existe muita folga em cada uma, daí porque elas podem começar muito mais tarde do que indicado pela data mais cedo de início. Na passagem para trás, a atividade 6 forma uma atividade mesclada com as atividades 7 a 11. Tomemos a mais cedo das datas mais tarde de término dessas atividades, isto é, semana 63, a data mais tarde de término para a atividade 6. Se tudo correr bem, e a análise estiver correta, deverá haver zero de folga para a atividade 1.

O caminho crítico para a rede é então a linha que liga as atividades com folga mínima, isto é, atividades 1, 4 e 12. Note que o caminho 1-2-3-12 é o segundo lugar, com somente uma semana de folga. Ambos os caminhos ao longo da rede vão merecer atenção especial durante o projeto, porque atrasos em qualquer dessas atividades vão causar atraso de todo o projeto, a menos que possa ser economizado tempo em algum outro lugar no caminho crítico. Até aqui, não há qualquer indicação de que isso seja possível. Nunca se deveria presumir que tempo poderá ser recuperado mais tarde, a menos que um plano de ação específico de como isso será conseguido tenha sido feito.

Voltando para o progresso relatado no gráfico de Gantt na Figura 16.14, o gerente de projeto estará aliviado ao ver que a atividade 1 foi completada em tempo, e que o progresso da atividade 4 está à frente do cronograma. Apesar de o progresso da atividade 2 estar atrás do cronograma, isso não parece ser crítico no momento. Todavia, isso pode afetar outras atividades de uma forma não mostrada na rede, e o gerente de projeto prudente dará atenção a esta atividade para garantir que não aconteça.

Técnica PERT de revisão e avaliação de programa (PERT – program evaluation and review technique)

A técnica PERT teve sua origem em planejamento e controle de grandes programas de defesa da Marinha americana. O primeiro sucesso relatado foi o término do programa do míssil Polaris dois anos à frente do programado, em 1958. A PERT tem seus mais espetaculares ganhos em ambientes altamente incertos de projetos de defesa e espaciais. A técnica reconhece que as durações das atividades e os custos em gerenciamento de projeto não são determinísticos (fixos) e que a teoria da probabilidade pode ser aplicada para fazer estimativas, como mostrado na Figura 16.9.

Neste tipo de rede, a duração de cada atividade é estimada de uma forma otimista, provável e pessimista. Se se presume que esses tempos estimados são consistentes com a distribuição de probabilidade beta, significa que a variância da distribuição pode ser estimada.

Resumo

- Um projeto é um conjunto de atividades que tem um ponto inicial definido e um estado final definido, que persegue uma meta definida e que usa um conjunto definido de recursos.

407

- Os projetos vêm em muitas formas e tamanhos. Muitos projetos que gerentes têm que planejar e controlar são relativamente pequenos, apesar de grandes projetos terem uma dimensão adicional de complexidade, o que traz problemas particulares.
- Todos os projetos caracterizam-se por terem um objetivo, um certo grau de complexidade, freqüentemente unicidade e incerteza; são de natureza temporária, e passam por algumas fases.
- Os projetos podem ser caracterizados em duas dimensões: complexidade e incerteza. Projetos com grande incerteza são difíceis de planejar, enquanto que os de alta complexidade são particularmente difíceis de controlar.
- O gerenciamento de projeto de sucesso depende de o projeto ter metas claramente definidas, gerenciamento de projeto competente, apoio da administração superior, membros de grupo competentes, recursos suficientes disponíveis, adequados canais de comunicação, habilidade de incentivar retroalimentação, resposta às necessidades dos clientes, mecanismos de solução de problemas e continuidade entre o pessoal do projeto.
- O gerenciamento de projeto tem cinco estágios, quatro dos quais são relevantes para o planejamento e controle do projeto. São:
 - Estágio 1 entender o ambiente do projeto;
 - Estágio 2 definição do projeto;
 - Estágio 3 planejamento do projeto;
 - Estágio 4 execução técnica (não parte do processo de planejamento e controle);
 - Estágio 5 controle do projeto.
- Entender o ambiente do projeto é importante por duas razões. Primeiro, o ambiente influencia a forma como o projeto é levado avante. Segundo, a natureza do ambiente no qual um bom projeto acontece é a principal determinante da incerteza que o circunda.
- Definir um projeto é necessário para que o gerenciamento do projeto tenha metas e objetivos claros.
- O planejamento do projeto é necessário porque expõe o custo e a duração do projeto, assim como determina o nível de recursos que será necessário. Também ajuda a alocar o trabalho e a monitorar o progresso, assim como a avaliar o impacto de quaisquer mudanças sobre o projeto.
- O planejamento do projeto é usualmente visto como envolvendo cinco estágios:
 - identificar as atividades dentro de um projeto;
 - estimar tempos e recursos para a atividades;
 - identificar os relacionamentos e dependências entre as atividades;
 - identificar as limitações de programação;
 - preparar o programa.
- O controle do projeto consiste em monitorar como o projeto está progredindo, avaliar o desempenho do projeto, comparando observações monitoradas com o plano do projeto, e intervir no projeto se requerido para trazê-lo de volta ao plano. Uma parte particularmente importante de controle de projeto é o controle de valor ganho, que coloca tanto tempo como recursos em unidades monetárias, para monitorar o progresso.

- Diagramas de rede podem ser desenhados nos formatos de atividades nos arcos e atividades nos nós. Em ambas as formas, eles são particularmente úteis na avaliação da duração total de um projeto e do grau de flexibilidade ou de folga das atividades dentro do projeto.
- O método mais comum de planejamento de rede é chamado método do caminho crítico (CPM). Ele usa estimativas simples para o tempo. Uma abordagem alternativa de estimativa de tempo é oferecida pela técnica PERT. Ela usa três estimativas de tempo (otimista, mais provável e pessimista), para uma abordagem probabilística da estimativa de tempo.
- A lógica inerente ao diagrama de rede pode ser mudada pelas limitações de recursos. Duas atividades que podem ser programadas independentemente com infinitos recursos podem requerer programação sucessiva devido à disponibilidade limitada de recursos.

Questões para discussão

1. Os serviços profissionais, como projeto de consultoria gerencial, poderiam beneficiar-se da aplicação dos princípios de gerenciamento de projeto da mesma forma que a manufatura de um conjunto de geradores para uma usina de hidrelétrica?
2. Por que o caminho crítico é um conceito útil em planejamento e controle de projeto?
3. a. Se a rede mostrada na Figura 16.20 tivesse que ser encurtada para atingir o completamento na semana 80, quais atividades precisariam ter a duração reduzida?
b. Quais seriam as implicações para a atividade 4?
c. Como seria agora a curva tempo/custo?
4. Avalie o trabalho do gerente de projeto.
 - a. Ele tende a fazer as pessoas valorizarem o curto prazo para ter o trabalho feito?
 - b. Por que o gerente de projeto tende a resistir a mudanças?
 - c. É um bom treinamento para o gerenciamento geral?
5. Discuta os problemas de gerenciar um projeto de erradicação da fome de grande escala.
6. Identifique as fases-chaves de planejamento de projeto para um grande concerto de rock.
7. Que critérios você pode usar para monitorar uma produção teatral?

Leituras complementares selecionadas

BAKER, B. N., WILEMAN, D. L. A summary of major research findings regarding the human element in project management. *IEEE Engineering Management Review*, v. 9, n^o 3, 1981.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE

- DAVIS, E. W. Project scheduling under resource constraints: a historical review. *AIEE Transactions*, v. 5, nº 4, 1973.
- GILBREATH, R. D. *Winning at project management*. Wiley, 1986.
- HARRISON, E. L. *Advanced project management*. Gower, 1981.
- ICMELI, O., ERENGUC, S. S., ZAPPE, C. J. Project management problems: a survey. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 11, 1993.
- LITTLEFIELD, T. K., RANDOLPH, P. H. PERT Duration times: mathematical of MBO. *Interfaces*, v. 21, nº 6, 1991.
- LOCKYER, K., GORDON, J. *Critical path analyses and other project network techniques*. 5. ed. Pitman, 1991.
- MEREDITH J. R., MANTEL, S. *Project management: a managerial approach*. 2. ed. Wiley, 1989.
- MILLER, R. W. How to plan and control with PERT. *Harvard Business Review*, v. 14, Mar./Apr. 1963.
- MORRIS, P. W., HOUGH, G. H. *The anatomy of major projects*. Wiley, 1987.
- ONEAL, K. Project Management Computer software buyers guide. *Industrial Engineering*, v. 9, nº 1, 1987.
- RANDOLPH, W. A., POSNER, B. Z. What every project manager needs to know about project management. *Sloan Management Review*, v. 29, nº 4, Summer, 1988.
- REINERTSON, D. G., SMITH, P. G. *Developing products in half the time*. Van Nostrand Reinhold, 1991.

INTRODUÇÃO

A qualidade é o único dos cinco “critérios de desempenho de produção” a ter o seu próprio capítulo neste livro (ou dois capítulos, se você considerar o Gerenciamento da Qualidade Total, coberto pelo Capítulo 20). Há duas razões para isso. Primeiro, em muitas organizações há uma parte separada e identificável da função de produção, que é dedicada exclusivamente ao gerenciamento de qualidade. É necessário, portanto, examinar as questões relativas a essa área. Segundo, é uma preocupação atual e chave de muitas organizações. Jornais de negócios e revistas de gerenciamento são dominados por artigos sobre qualidade. Parece que temos vivido uma “revolução de qualidade”. Há uma crescente consciência de que bens e serviços de alta qualidade podem dar a uma organização considerável vantagem competitiva. Boa qualidade reduz custos de retrabalho, refugo e devoluções e, mais importante, boa qualidade gera consumidores satisfeitos. Alguns gerentes de produção acreditam que, a

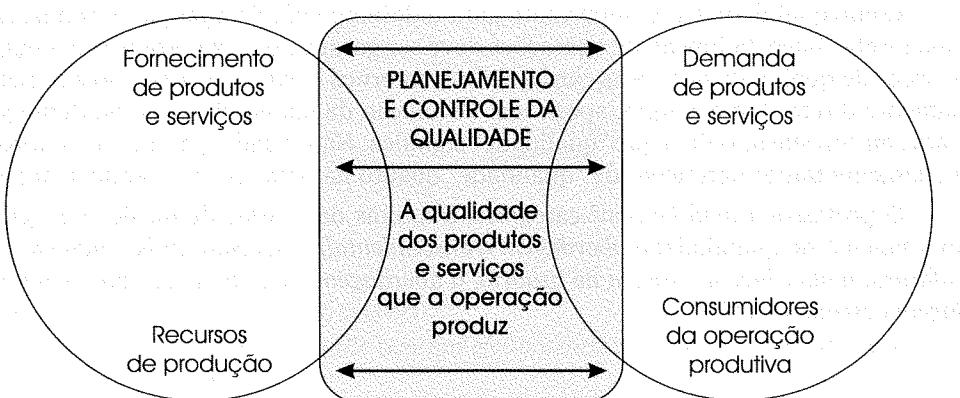


Figura 17.1 O planejamento e o controle da qualidade preocupa-se com os sistemas e procedimentos que governam a qualidade dos produtos e serviços fornecidos pela operação produtiva.

longo prazo, a qualidade é o mais importante fator singular que afeta o desempenho de uma organização em relação aos seus concorrentes. A Figura 17.1 ilustra o relacionamento fornecimento-demanda coberto por este capítulo.

OBJETIVOS

Este capítulo examinará:

- as várias definições de qualidade;
- a teoria de gaps percepção-expectativa de qualidade em operações;
- as características de qualidade de bens e serviços;
- as medidas de “atributos” e “variáveis” de qualidade e padrões de qualidade;
- o uso de controle estatístico de processo (SPC – statistical process control) no planejamento e controle de qualidade;
- o uso de planos de amostragem para aceitação no planejamento e controle de qualidade.

Que é qualidade e por que é tão importante?

Vale a pena revisar alguns dos argumentos que apresentamos no Capítulo 2 em relação aos benefícios da alta qualidade. Isso vai explicar por que a qualidade é vista como sendo tão importante pela maioria das operações produtivas. A Figura 17.2 ilustra as várias formas pelas quais os melhoramentos de qualidade podem afetar outros aspectos do desempenho da produção.¹ Os dois contribuintes da lucratividade podem ser melhorados pela qualidade mais alta. As receitas podem ser incrementadas por melhores vendas e por preços mais altos no mercado. Ao mesmo tempo, os custos podem ser reduzidos pela melhor eficiência, produtividade e uso do capital.

Como qualidade é tão importante para o desempenho de qualquer organização, uma tarefa chave da função de operações deve ser garantir que ela proporcione bens e serviços de qualidade para seus consumidores internos e externos. Isso não é necessariamente direto. Por exemplo, apesar da “revolução da qualidade”, não há definições claras ou consensuais de o que “qualidade” significa. Na verdade, parece haver aproximadamente tantas definições de “qualidade” quanto há pessoas escrevendo sobre ela.

O professor David Garvin² categorizou muitas das várias definições em “cinco abordagens” de qualidade: *a abordagem transcendental, a abordagem baseada em manufatura, a abordagem baseada no usuário, a abordagem baseada no produto, e a abordagem baseada no valor*.

1. Baseado em GUMMESSON, E. Service productivity, service quality and profitability”, da VIII Conferência da Associação de Gerenciamento de Operações, Warwick, Reino Unido, 1993.

412 2. GARVIN, D. What does “Product Quality” really mean? Sloan Management Review, Fall 1984.

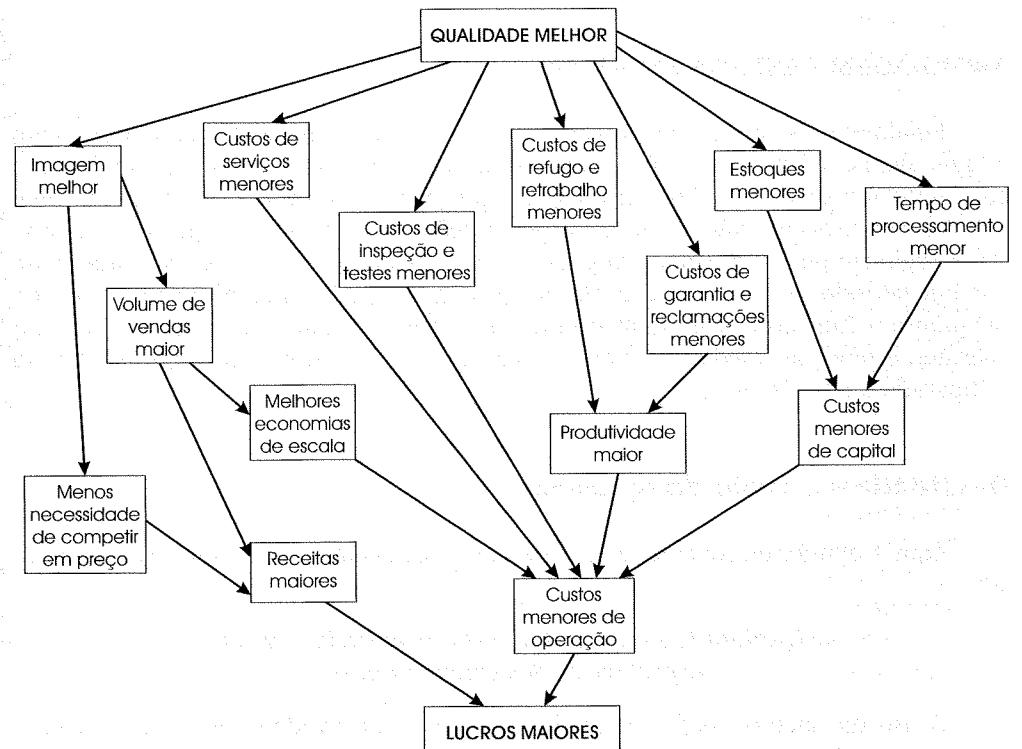
ABORDAGEM TRANSCENDENTAL

A abordagem transcendental vê a qualidade como um sinônimo de excelência inata. Um carro de “qualidade” é um Rolls Royce. Um vôo de “qualidade” é o proporcionado pela Aerolinhas de Cingapura. Um relógio de “qualidade” é um Rolex. Usando essa abordagem, a qualidade é definida como absoluta – o melhor possível, em termos da especificação do produto ou serviço.

ABORDAGEM BASEADA EM MANUFATURA

A abordagem baseada em manufatura preocupa-se em fazer produtos ou proporcionar serviços que estão *livres de erros* que correspondem precisamente a suas especificações de projeto.

Um carro mais barato do que um Rolls Royce, ou um relógio Swatch, ou um vôo econômico, embora não necessariamente o “melhor” disponível, são definidos como produtos de qualidade desde que tenham sido feitos ou entregues precisamente conforme suas especificações de projeto.



Fonte: Baseado em Gummesson, E. (1993).

Figura 17.2 A maior qualidade tem um efeito benéfico tanto sobre receitas como sobre custos.

ABORDAGEM BASEADA NO USUÁRIO

A abordagem baseada no usuário assegura que o produto ou o serviço está *adequado a seu propósito*. Essa definição demonstra preocupação não só com a conformidade a suas especificações, mas também com a adequação das especificações ao consumidor. Um relógio que é feito precisamente de acordo com suas especificações de projeto e quebra depois de dois dias é claramente “não adequado a seu propósito”. O serviço de bordo em um vôo noturno de Sidney a Estocolmo pode ter sido projetado para servir drinques aos passageiros a cada 15 minutos, refeições a cada quatro horas e avisos freqüentes sobre a posição do avião. Essas especificações de qualidade podem não ser adequadas, todavia, para o consumidor cuja principal necessidade é ter um bom sono.

ABORDAGEM BASEADA EM PRODUTO

A abordagem baseada em produto vê a qualidade como um *conjunto mensurável e preciso de características*, que são requeridas para satisfazer ao consumidor. Um relógio, por exemplo, pode ser projetado para funcionar sem precisar de assistência técnica por pelo menos cinco anos, mantendo o tempo preciso mais ou menos cinco segundos.

ABORDAGEM BASEADA EM VALOR

Finalmente, a abordagem baseada em valor leva a definição de manufatura a um estágio além e define qualidade em termos de *custo e preço*. Essa abordagem defende que qualidade seja percebida em relação a preço. Um consumidor pode muito bem estar querendo aceitar algo de menor especificação de qualidade, se o preço for menor. Um relógio simples e inexpressivo pode ter bom valor, se funciona satisfatoriamente por um período de tempo razoável. Um passageiro pode estar disposto a voar de Cingapura a Amsterdã, com quatro horas de espera em Bancoc, e suportar assento apertado e refeições medíocres e economizar centenas de florins holandeses quando comparado a um vôo direto.

Qualidade – a visão da operação

Aqui, tratamos de conciliar essas diferentes visões em nossa definição de qualidade:

Qualidade é a consistente conformidade com as expectativas dos consumidores.

O uso da palavra *conformidade* indica que há necessidade de atender a uma especificação clara (a abordagem da manufatura); garantir que um produto ou serviço está conforme às especificações é uma tarefa chave de produção. *Consistente* implica que a conformidade às especificações não seja um evento *ad hoc*, mas que materiais, instalações e processos tenham sido projetados e então controlados para garantir que o produto ou o serviço atenda às especificações, usando um conjunto de características de produto ou serviço mensuráveis (a abordagem baseada em produto). O uso da expressão *expectativas dos consumidores* tenta combinar as abordagens baseadas no

usuário e no valor.³ Reconhece que um produto ou serviço precisa atingir as expectativas dos consumidores, que podem, de fato, ser influenciadas por preço.

O uso da palavra *expectativa* nessa definição, em vez de necessidades ou exigências, é importante. *Exigência* implicaria que qualquer coisa que o consumidor queira deveria ser proporcionada pela organização. *Necessidades* implica somente atingir os requisitos básicos. Tomemos o exemplo de um carro. Nossa *necessidade* pode ser de uma caixa móvel que nos leve de A para B. Podemos querer um carro que tenha a aparência e a aceleração de um carro esporte, com a capacidade de carga de uma perua, o vigor de um veículo rural e que nos venha sem custo. Nossa *expectativa*, todavia, é o que acreditamos ser provável. Sabemos que é muito difícil conseguir desempenho esportivo com grande capacidade de carga e certamente não a custo zero.

Qualidade – a visão do consumidor

Um problema de basear nossa definição de qualidade nas expectativas do consumidor é que as expectativas dos consumidores individuais podem ser diferentes. Experiências passadas, conhecimento individual e seu histórico vão dar forma a suas expectativas. Além disso, os consumidores, ao receberem o produto ou o serviço, podem percebê-lo, cada um de maneira diferente. Uma pessoa pode perceber um vôo de longa distância como sendo a parte excitante de um feriado, a pessoa no assento seguinte pode vê-lo como uma tarefa necessária para chegar a uma reunião de negócios. Uma pessoa pode perceber um carro como um símbolo de *status*, outra pode vê-lo meramente como um meio caro de ir de casa ao trabalho. A qualidade precisa ser entendida do ponto de vista do consumidor porque, para o consumidor, a qualidade de um produto ou serviço em particular é aquilo que ele percebe como sendo qualidade. Se os passageiros de um vôo *charter* o percebem como de qualidade, apesar das longas filas no *check-in*, ou dos assentos apertados e das refeições ruins, então o vôo para eles tem boa qualidade. Se os consumidores acreditam que os carros alemães são de boa qualidade, apesar da necessidade de assistência técnica freqüente, das peças caras e do alto consumo de combustível, então o carro, para eles, é realmente de alta qualidade. Qualidade está nos olhos do observador e toda *percepção* de qualidade do consumidor é importante.⁴

Além disso, em algumas situações os consumidores podem ser incapazes de julgar as especificações operacionais “técnicas” do serviço ou produto. Eles podem então usar medidas substitutivas como base para suas percepções de qualidade.⁵ Por exemplo, depois de uma visita ao dentista, pode ser difícil para um consumidor julgar a qualidade técnica do conserto de um dente, exceto se por isso ele não traz mais problemas. O consumidor pode na realidade julgar e, portanto, perceber a qualidade do reparo em termos de coisas como as roupas e a conduta do dentista e do auxiliar, a informação que foi prestada ou a forma pela qual ela foi prestada.

3. GUMMESSON, E. Op. cit.

4. PARASURAMAN, A., ZEITHAML, V. A., BERRY, L. L. A conceptual model of service quality and implications for future research. *Journal of Marketing*, v. 49, p. 41-50, Fall 1985.; GUMMESSON, E. Lip service: a neglected area in services marketing. *Journal of Services Marketing*, v. 1, nº 1, p. 19-23, Summer 1987.

5. HAYWOOD-FARMER, J., NOLLET, J. *Services plus: effective service management*. Morin, 1991.

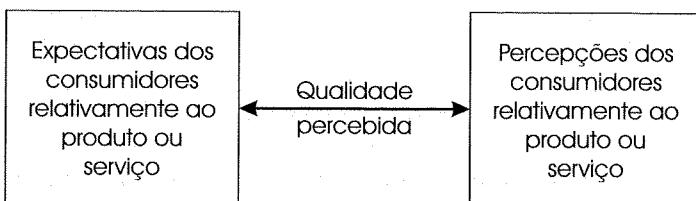


Figura 17.3 A qualidade percebida é governada pela lacuna entre as expectativas dos consumidores e sua percepção do produto serviço.

Conciliação das visões de qualidade da operação e do consumidor

A visão de qualidade da operação preocupa-se com tentar atingir as expectativas dos consumidores. A visão de qualidade do consumidor é o que ele *percebe* ser o produto ou serviço. Para criar uma visão unificada, qualidade pode ser definida como o grau de adequação entre as expectativas dos consumidores e a percepção deles do produto ou serviço.⁶ O uso dessa idéia permite-nos olhar a visão de qualidade do consumidor (e, portanto, de satisfação) do produto ou serviço como o resultado da comparação de suas expectativas sobre o produto ou serviço com suas percepções de como ele desempenha (veja Figura 17.3).

Se a experiência com o produto ou serviço foi melhor do que a esperada, então o consumidor está satisfeito e a qualidade é percebida como sendo alta. Se o produto ou serviço esteve abaixo das expectativas do consumidor então a qualidade é baixa e o consumidor pode estar insatisfeito. Se o produto ou serviço corresponde às expectativas, a qualidade do produto ou serviço é percebida como aceitável. Essas relações são sumarizadas na Figura 17.4.

Tanto as expectativas como as percepções dos consumidores são influenciadas por fatores, alguns dos quais não podem ser controlados pela operação e alguns dos quais, em alguma medida, podem ser gerenciados. A Figura 17.5 mostra alguns dos fatores que influenciarão a lacuna (ou gap) entre expectativas e percepções. Este modelo de qualidade percebida pelo consumidor pode ajudar a entender como as operações podem gerenciar a qualidade e identifica alguns dos problemas de fazer isso.

A parte inferior do diagrama representa o “domínio” de qualidade da operação e a parte superior, o “domínio” do consumidor. Esses dois domínios encontram-se no produto ou serviço real, que é proporcionado pela organização e experimentado pelo consumidor. Dentro do domínio da operação, o gerenciamento é responsável por projetar o produto ou serviço e proporcionar as especificações de qualidade com que o produto ou serviço deve ser criado. As especificações de um carro, por exemplo, podem incluir o acabamento da superfície da lataria, suas dimensões físicas, confiabilidade etc. Dentro do domínio do consumidor, suas expectativas são conformadas por fatores como experiência prévia com o produto ou serviço em particular, imagem de marketing proporcionada pela organização e informação boca a boca de outros usuários. Essas expectativas são internalizadas como um conjunto de características de qualidade. As expectativas de qualidade sobre um carro, por exemplo, podem incluir sua aparência, desempenho, espaço para bagagem, consumo de combustível, espaço para pernas etc.

416 6. BARRY, L. L., PARASURAMAN, A. *Marketing services: competing through quality*. Free Press, 1991.

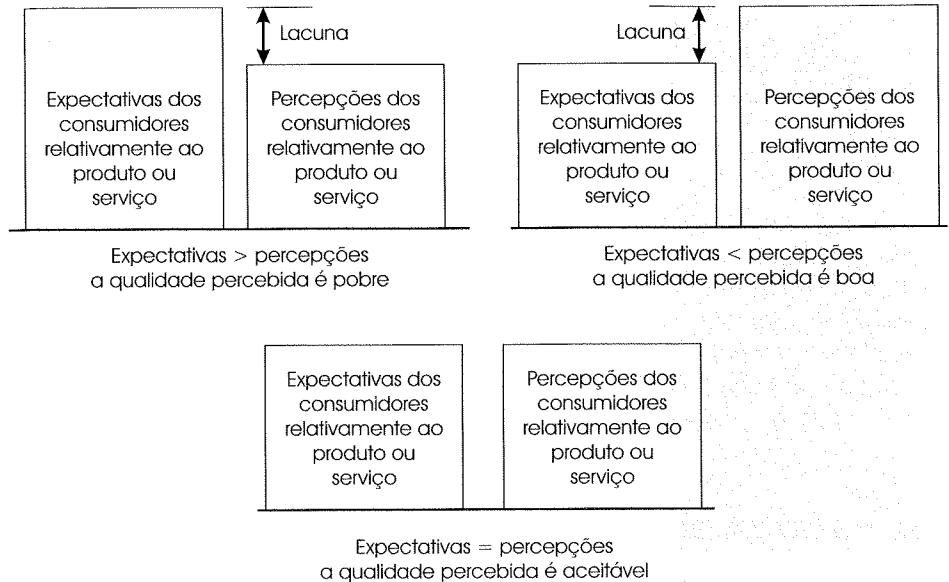
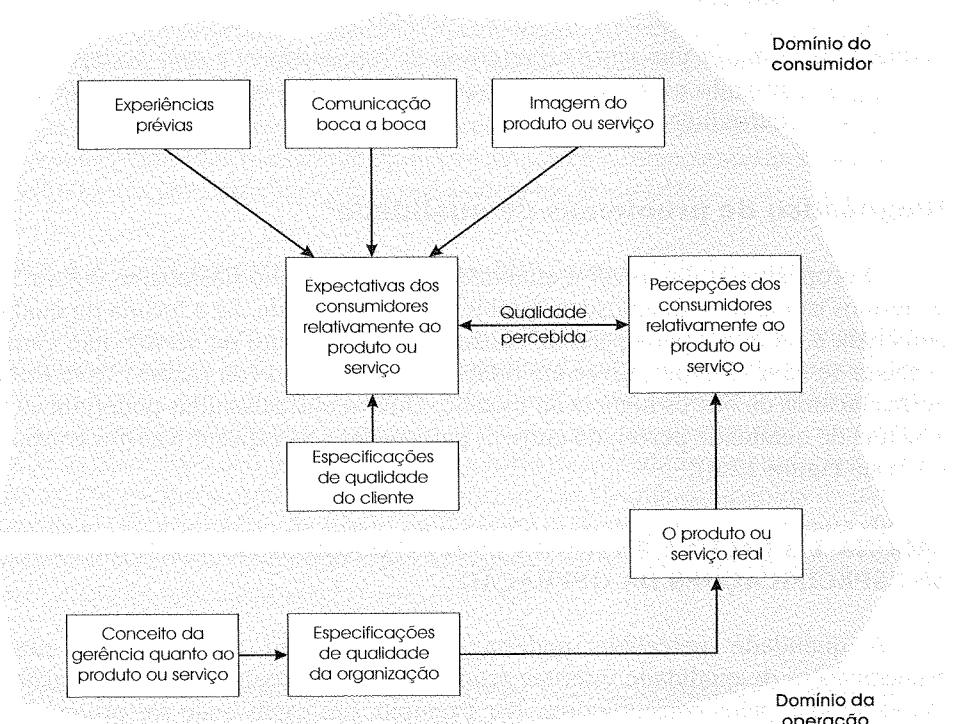


Figura 17.4 A qualidade percebida é governada pelo tamanho e pela direção da lacuna entre as expectativas dos consumidores e suas percepções do produto ou do serviço.



Fonte: Adaptado de Parasuraman e outros (1985).

Figura 17.5 O domínio dos consumidores e o domínio da operação na determinação da qualidade percebida.

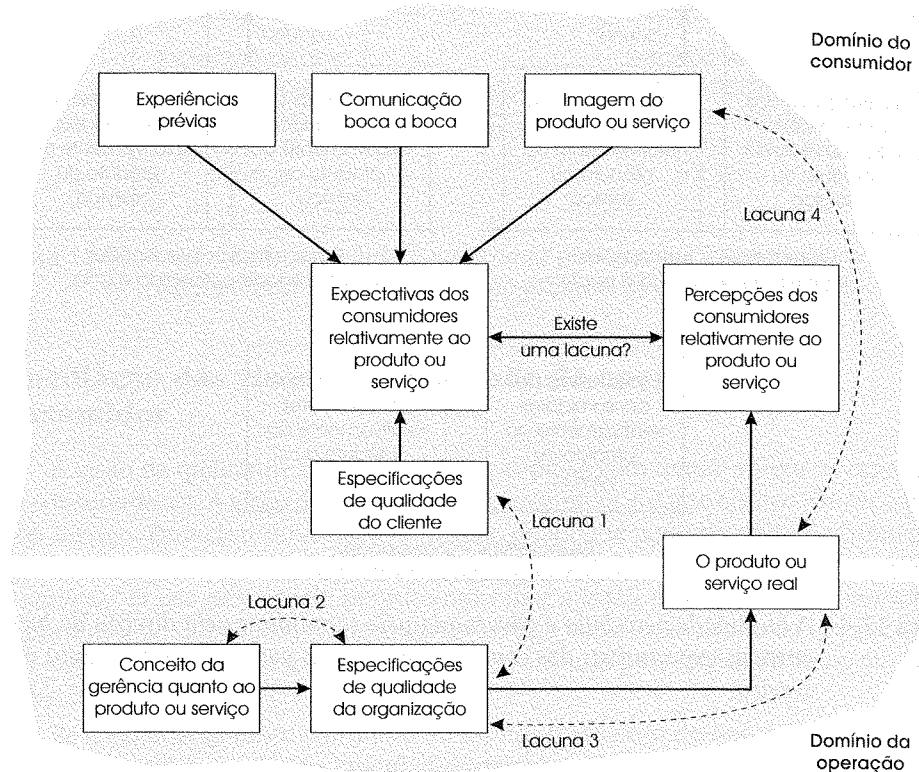


Figura 17.6 *Uma lacuna entre expectativas de consumidores e suas percepções de um produto ou serviço poderiam ser explicadas por uma ou mais lacunas em outro lugar no modelo.*

Diagnóstico de problemas de qualidade⁷

O propósito de descrever a qualidade percebida como fizemos na Figura 17.5 é podermos usá-la para diagnosticar problemas de qualidade. Se a lacuna da qualidade percebida é tal que a percepção do consumidor do produto ou serviço não consegue encaixar-se com as expectativas em relação a ele, a razão (ou razões) deve estar em outras lacunas de outros lugares do modelo. Quatro outras lacunas poderiam explicar a lacuna de qualidade percebida entre as percepções e as expectativas dos consumidores (veja Figura 17.6).

LACUNA 1 A LACUNA ENTRE AS ESPECIFICAÇÕES DO CONSUMIDOR E AS ESPECIFICAÇÕES DA OPERAÇÃO

A qualidade percebida poderia ser pobre pelo descasamento entre as especificações de qualidade internas próprias da organização e as especificações que são esperadas pelos consumidores. Por exemplo, um carro pode ser projetado para precisar de assistência técnica a cada 10.000 quilômetros, mas o consumidor pode ter

418 7. Baseado em PARASURAMAN, A. Op. cit.

expectativas de intervalos de assistência técnica de 15.000 quilômetros. Um companhia de aviação pode ter a política de cobrar pelos drinques durante os vôos, enquanto as expectativas dos consumidores podem ser no sentido de que os drinques sejam de graça.

LACUNA 2 A LACUNA CONCEITO-ESPECIFICAÇÃO

A qualidade percebida poderia ser pobre porque há um descasamento entre o conceito do produto ou serviço (veja Capítulo 5) e a forma como a organização especificou a qualidade do produto ou do serviço internamente. Por exemplo, o conceito de um carro pode ter sido definido como um meio de transporte barato e eficiente em consumo de energia, mas a inclusão de um conversor catalítico pode tanto ter agregado custos como ter tornado o produto menos eficiente em termos de consumo de energia.

LACUNA 3 A LACUNA ESPECIFICAÇÃO DE QUALIDADE-QUALIDADE REAL

A qualidade percebida poderia ser pobre porque há um descasamento entre a qualidade real do serviço ou produto proporcionado pela operação e suas especificações de qualidade internas. Isso pode, por exemplo, ser o resultado de uma especificação inadequada ou inatingível, ou de pessoal inexperiente ou mal treinado, ou porque sistemas efetivos de controle não estão em posição de garantir os níveis definidos de qualidade. Por exemplo, as especificações de qualidade internas para um carro podem ser que a distância entre as portas fechadas e o corpo do carro não exceda 7 mm. Todavia, devido a equipamento inadequado, a distância é realmente de 9 mm. Outro exemplo é, apesar da política de cobrança de drinques de uma companhia de aviação, as tripulações de alguns vôos poderem proporcionar drinques grátis, acrescendo custos inesperados para a companhia de aviação e influenciando as expectativas dos consumidores para próximos vôos, que podem ser frustradas.

LACUNA 4 A LACUNA QUALIDADE REAL-IMAGEM COMUNICADA

A qualidade percebida também poderia ser pobre porque existe uma lacuna entre as comunicações externas da organização, ou entre imagem de mercado e a qualidade real dos serviços ou produtos entregues ao consumidor. Isso pode ser o resultado de a função de marketing estabelecer expectativas inatingíveis nas mentes dos consumidores, ou de as operações não proporcionarem o nível de qualidade esperado pelos consumidores. Por exemplo, uma campanha publicitária para uma companhia de aviação pode mostrar um comissário de bordo oferecendo-se para substituir a camisa de um consumidor sobre a qual tenha sido espirrada comida ou bebida, enquanto esse serviço pode não estar, de fato, disponível se isso acontecer.

Responsabilidade organizacional pelo fechamento das lacunas

A existência de qualquer dessas lacunas é provável que resulte em um descasamento entre as expectativas e as percepções e resultar em qualidade percebida pobre. É, portanto, importante que os administradores tomem ações para prevenir as

lacunas de qualidade. A Tabela 17.1 mostra as ações que seriam requeridas para fechar cada uma das lacunas e indica as partes da organização que têm a principal responsabilidade para fazer isso.

Tabela 17.1 A responsabilidade organizacional pelo fechamento das lacunas de qualidade.

Lacuna	Ação requerida para garantir alta qualidade percebida	Principal responsabilidade organizacional
Lacuna 1	Garantir que haja consistência entre as especificações de qualidade internas do produto ou serviço e as expectativas dos consumidores	Marketing Operações Desenvolvimento de produto/serviço
Lacuna 2	Garantir que as especificações internas do produto ou serviço vão ao encontro de seu conceito pretendido ou projeto	Operações Desenvolvimento de produto/serviço Marketing
Lacuna 3	Garantir que o produto ou serviço real esteja conforme com seus níveis de qualidade internamente especificados	Operações
Lacuna 4	Garantir que as promessas feitas aos consumidores relativamente ao produto ou serviço podem na realidade ser propiciadas pela operação	Marketing

O fechamento das lacunas 1 e 2 é responsabilidade conjunta de marketing, operações e desenvolvimento de produto/serviço. (Essas questões foram discutidas no Capítulo 5.) A lacuna 2 é uma tarefa chave do marketing, que é responsável pela comunicação com o mercado. A tarefa pela qual operações têm a maior responsabilidade é garantir que o produto ou serviço esteja conforme às especificações requeridas (lacuna 3). Em outras palavras, garantir que a lacuna 3 não exista. Essa lacuna é chamada lacuna de “conformidade à especificação” e o restante deste capítulo discute como os gerentes de produção podem tentar garantir a conformidade à especificação.

Conformidade à especificação

Conformidade à especificação significa produzir um produto ou proporcionar um serviço conforme a suas especificações de projeto. Durante o projeto de qualquer produto ou serviço, seu conceito global, propósito, componentes e conexão entre os componentes terão sido especificados (veja Capítulo 5). Esse processo deveria envolver não apenas a função de operações, mas também as funções de marketing e projeto de produto/serviço. O modelo usado para descrever essa atividade no Capítulo 5 foi mostrado na Figura 5.2. Podemos estender esse modelo para incluir as atividades que visam garantir que os produtos e serviços são de fato feitos conforme suas especificações. Esta é a atividade do planejamento e controle de qualidade. O planejamento e o controle de qualidade podem ser divididos em seis passos seqüenciais.

420

Passo 1 Definir as características de qualidade do produto ou serviço.

Passo 2 Definir como medir cada característica de qualidade.

Passo 3 Estabelecer padrões de qualidade para cada característica de qualidade.

Passo 4 Controlar qualidade em relação a esses padrões.

Passo 5 Encontrar e corrigir causas de má qualidade.

Passo 6 Continuar a fazer melhoramentos.

Este capítulo trata dos passos 1 a 4. Os passos 5 e 6 são tratados no Capítulos 18, 19 e 20.

Passo 1 – Definir as características de qualidade

Muito do que define a “qualidade” de um produto ou serviço terá sido especificado, pelo menos implicitamente, no projeto. Mas nem todos os detalhes de projeto de um produto ou serviço são úteis, contudo, no controle da qualidade de sua produção. Por exemplo, o projeto de um televisor pode especificar que seu gabinete externo seja feito de um material em particular e que cada componente eletrônico deve ter características particulares. Cada televisor não é, todavia, checado para se ter certeza que o gabinete é de fato feito daquele material ou que cada componente tem suas características específicas. Antes, são as *conseqüências* das especificações do projeto que são examinadas – a aparência do gabinete e a nitidez de imagem, por exemplo.

Essas conseqüências para o planejamento e controle de qualidade do projeto são chamadas *características de qualidade* do produto ou serviço. A Tabela 17.2 mostra uma lista de características de qualidade que são geralmente úteis para planejar e controlar a qualidade tanto de produtos como de serviços. Os termos da Tabela 17.2 precisam de uma explicação um pouco melhor. *Funcionalidade* significa quão bem o produto ou serviço faz o trabalho para o qual foi destinado. Isso inclui o desempenho e as características ou recursos inerentes ao produto ou serviço. *Aparência* refere-se às características sensoriais do produto ou serviço: seu apelo estético, visual, sensorial sonoro e olfativo. *Confiabilidade* é a consistência do desempenho do produto ou serviço ao longo do tempo, ou o tempo médio dentro do qual ele se desempenha dentro da faixa tolerada de desempenho. *Durabilidade* significa a vida útil total do produto ou serviço, supondo ocasionais reparos e modificações. *Recuperação* significa a facilidade com que os problemas com o produto ou serviço podem ser retificados ou resolvidos. *Contato* refere-se à natureza do contato pessoa a pessoa que pode acontecer. Por exemplo, poderia incluir a cortesia, a empatia, a sensibilidade e o conhecimento do pessoal de contato.

Passo 2 – Decidir como medir cada característica

Para qualquer produto ou serviço em particular essas características devem ser definidas de tal forma que possam ser medidas e então controladas. Isso envolve tomar uma característica de qualidade geral como “aparência” de um carro e desdobra-la o máximo possível em seus elementos constituintes. Por exemplo, “aparência” como tal é difícil de medir, mas “casamento de cores”, “acabamento de superfície”, “número de arranhões visíveis” são todos capazes de ser descritos de maneira mais objetiva. Eles podem mesmo ser quantificados. Se isso acontece, a organização pode medir mudanças em níveis de qualidade ao longo do tempo.

421

Tabela 17.2 Características de qualidade para um carro e para uma viagem aérea.

Característica de qualidade	Carro	Viagem aérea
Funcionalidade	Velocidade, aceleração, consumo de combustível, dirigibilidade, aderência etc.	Segurança e duração da jornada, refeições e drinques a bordo, serviços de reservas de carros e hotéis
Aparência	Estética, forma, acabamento, folgas nas portas etc.	Decoração e limpeza dos aviões das salas de espera e tripulação
Confiabilidade	Tempo médio entre falhas	Manutenção dos horários de voo anunciado
Durabilidade	Vida útil (com reparo)	Atualização com as tendências da indústria
Recuperação	Facilidade de reparo	Solução de falhas nos serviços
Contato	Conhecimento e cortesia do pessoal de vendas	Conhecimento, cortesia e sensibilidade do pessoal da companhia aérea

O processo de desagregação das características de qualidade em seus subcomponentes mensuráveis, todavia, pode resultar em características que perdem algo de seu significado. Por exemplo, uma lista de combinações de cores quantificadas, a “rusticidade” ou “uniformidade” do acabamento de superfície e o número de arranhões visíveis não trazem tudo sobre a aparência de um produto. Os consumidores vão reagir a mais fatores do que esses: a forma e o caráter do carro, por exemplo, a quantidade de cromado etc. Muitos fatores perdidos pela desagregação da “aparência” em suas partes mensuráveis, todavia, são definidos no projeto do carro mais do que na forma como é produzido.

Algumas das características de qualidade de um produto ou serviço não podem ser medidas. A “cortesia” do pessoal de uma companhia de aviação, por exemplo, não tem nenhuma medida quantificada objetiva, nem mesmo aproximada. Operações com alto contato com consumidores, como as de companhias de aviação, todavia, dão grande importância para a necessidade de garantir a cortesia de seu pessoal. Em casos como esse, a operação terá que tentar medir as *percepções* de cortesia dos consumidores.

VARIÁVEIS E ATRIBUTOS

As medidas usadas pelas operações para descrever características de qualidade são de dois tipos: *variáveis* e *atributos*. Variáveis são aquelas que podem ser medidas numa escala continuamente variável (por exemplo comprimento, diâmetro, peso ou tempo). Atributos são aquelas que são avaliadas pelo julgamento e são dicotômicas, isto é, têm dois estágios (por exemplo, certo ou errado, trabalhar ou não trabalhar, parecer OK ou não OK). A Tabela 17.3 categoriza algumas das medidas que podem ser usadas para características de qualidade do carro e da viagem aérea.

Tabela 17.3 Medidas variáveis e atributos para características de qualidade.

Característica de qualidade	Carro		Viagem aérea	
	Variável	Atributo	Variável	Atributo
Funcionalidade	Características de aceleração e frenagem da plataforma de testes	A qualidade de dirigibilidade é satisfatória?	Número de excursões que realmente chegaram a seu destino (isto é, não bateram)	A comida era aceitável?
Aparência	Número de manchas visíveis no carro	A cor corresponde à especificação?	Número de assentos não limpos de maneira satisfatória	A tripulação estava bem vestida?
Confiabilidade	Tempo médio entre falhas	A confiabilidade é satisfatória?	Proporção das excursões que chegaram pontualmente	Houve alguma reclamação?
Durabilidade	Vida do carro	A vida útil está de acordo com o previsto?	Número de vezes que a concorrência inovou o serviço antes	Geralmente, a companhia aérea atualiza seus serviços de forma satisfatória?
Recuperação	Tempo entre a descoberta da falha e sua recuperação	A assistência técnica do carro é aceitável?	Proporção de falhas nos serviços resolvidas de maneira satisfatória	Os consumidores sentem que o pessoal lida satisfatoriamente com as reclamações?
Contato	Nível de ajuda proporcionado pelo pessoal de vendas (escala de 1 a 5)	Quanto os consumidores se sentem bem tratados pelo pessoal (escala de 1 a 5)	Os consumidores sentiram-se bem servidos? (sim ou não)	Os consumidores sentiram que o pessoal foi útil? (sim ou não)

Passo 3 – Estabelecer padrões de qualidade

Quando os gerentes de produção já identificaram como as características de qualidade podem ser medidas, precisam de um padrão de qualidade com o qual elas possam ser checadas; de outro modo não saberiam se elas indicam bom ou mau desempenho. Por exemplo, suponha que, em média, um passageiro em cada 10.000 reclame da comida. A companhia de aviação deve olhar isso como bom porque parece haver 9.999 passageiros em 10.000 satisfeitos? Ou deve olhar isso como mau porque, se um passageiro reclama, deve haver outros que, apesar de insatisfeitos, não reclamam? Ou se esse nível de reclamações é amplamente semelhante ao de outras companhias de aviação, deve olhar isso como sua qualidade sendo apenas satisfatória? Enquanto parece ser adequado ter um padrão absoluto – que é perfeição – e de fato lutar por isso, usar perfeição como padrão operacional poderia tanto ser desmoralizante como caro. A maioria dos produtos manufaturados e serviços entregues não é “perfeita”. Nenhum carro vai durar para sempre. Nenhuma companhia de aviação pode garantir que sempre haverá assentos disponíveis em seus aviões. Sempre os aviões vão fazer barulho.

Se um carro é feito para “sobreviver” por um tempo razoável, a questão crítica para operações é quanto é razoável? Se os comissários de bordo têm que responder a solicitações, quanto tempo eles podem demorar para atender aos passageiros antes que os passageiros considerem a demora inaceitável? Com que rapidez um carro deve acelerar de 0 a 100 km/h? Qual deve ser o tempo médio entre falhas de um produto? Qual será o nível de ruído aceitável em um avião? O padrão de qualidade é o nível de qualidade que define a fronteira entre o aceitável e o inaceitável. Tais padrões podem ser limitados por fatores operacionais, como o estado da tecnologia na fábrica, o número de pessoas na folha de pagamento e os limites de custos de fazer o produto. Ao mesmo tempo, todavia, eles precisam ser adequados às expectativas dos consumidores. O padrão de confiabilidade de um relógio pode ser de dez anos sem necessidade de conserto, para a disponibilidade de lugares da companhia de aviação, pode ser de que assentos devem estar disponíveis 95% do tempo; para o nível de ruído interno de um avião pode ser de 40 decibéis; para um carro, pode ser que se espere que acelere de 0 a 100 km/h em seis segundos etc.

Passo 4 – Controlar a qualidade contra os padrões

Depois de estabelecer os padrões adequados que são capazes de ser atingidos pela operação, e que vão atingir as expectativas dos consumidores, a operação vai então checar se os produtos ou serviços estão conformes aos padrões. Em todas as operações, haverá momentos nos quais os produtos ou serviços são produzidos e não estão conformes aos padrões. Ao fazer bens manufaturados, as ferramentas podem estragar, ou pode haver variação nos materiais usados, ou pode haver variabilidade no comportamento do pessoal. De maneira similar, em operações de serviços pode haver quebras técnicas e variabilidade no comportamento do pessoal. Mudanças de humor e de comportamento de consumidores que contatam com o pessoal poderiam levar a diferentes consumidores tratados de formas diferentes. O Capítulo 19 trata da questão de o que a operação pode fazer quando as coisas dão errado. Aqui, estamos preocupados com como as operações podem tentar garantir que a operação faça as coisas direito, na primeira vez, sempre. No que concerne aos gerentes, isso envolve três decisões:

- 424 1. Onde as operações deveriam ser checadas com os padrões?

2. Eles devem checar cada produto ou serviço ou usar uma amostra?
3. Como as checagens devem ser feitas?

Controle estatístico de processo

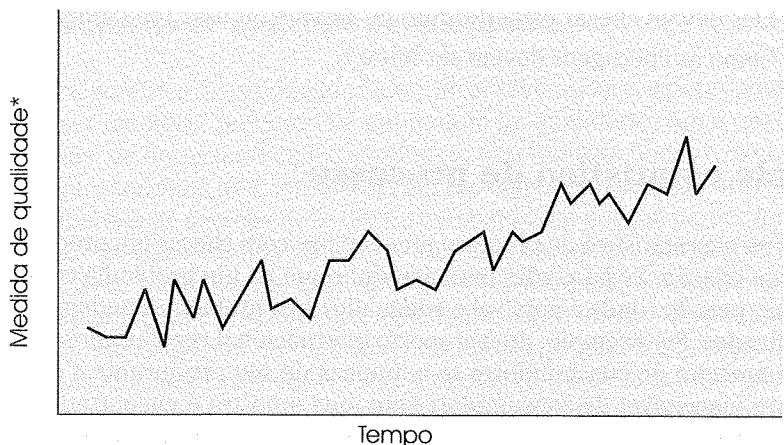
O controle estatístico de processo preocupa-se com checar um produto ou serviço durante sua criação. Se há razões para acreditar que há um problema com o processo, ele pode ser parado (onde é possível e adequado) e os problemas podem ser identificados e retificados. Por exemplo, um aeroporto internacional regularmente pode perguntar a uma amostra de consumidores se a limpeza de seu restaurante é satisfatória. Se um número inaceitável de consumidores em uma amostra é encontrado infeliz, a gerência do aeroporto pode ter que considerar melhorar os procedimentos locais para limpeza das mesas. De maneira similar, uma manufatura de carros periodicamente vai checar se uma amostra dos painéis das portas está conforme aos padrões de modo a saber se o equipamento que os produz está apresentando desempenho correto. Novamente, se uma amostra sugere que pode haver problemas, então as máquinas terão que ser paradas e o processo checado.

Gráficos de controle

O valor do SPC, todavia, não é só fazer checagens de uma simples amostra, mas monitorar os resultados de muitas amostras ao longo de um período de tempo. Ele faz isso usando gráficos de controle para ver se o processo está com desempenho esperado, ou alternativamente, se está saindo de controle. Se o processo de fato parece estar saindo de controle, então passos podem ser dados *antes* que haja um problema.

A maioria da operações faz gráficos de desempenho de qualidade de alguma forma. A Figura 17.7, ou alguma coisa similar a ela, poder ser encontrada em quase todas as operações. O gráfico poderia, por exemplo, representar a porcentagem dos consumidores de uma amostra de 1.000, em cada mês, insatisfeitos com a limpeza do restaurante. Enquanto a quantidade de insatisfação for aceitavelmente pequena, o gerenciamento deveria preocupar-se com o fato de que ela continuamente aumentou ao longo do tempo e pode desejar investigar por que isso aconteceu. Nesse caso, o gráfico de controle está mostrando a medida de um atributo de qualidade (satisfeitos ou não).

Procurar tendências é um uso importante dos gráficos de controle. Se a tendência sugere que o processo está ficando constantemente pior, então valerá a pena investigar o processo. Se a tendência está constantemente melhorando, ainda pode valer a pena investigar, tentando identificar o que está acontecendo, o que está fazendo o processo melhor. Essa informação pode então ser compartilhada com outras partes da organização, ou, por outro lado, o processo pode ser parado, já que a causa poderia estar acrescendo desnecessariamente despesas à operação.



* por exemplo Uma variável como resistência média ao impacto de amostra de portas.
ou
Um atributo como porcentagem de uma amostra de consumidores que estão insatisfeitos com a limpeza.

Figura 17.7 Plotando tendências de medidas de qualidade.

Variação na qualidade de processo

CAUSAS COMUNS

Os processos dos gráficos da Figura 17.7 mostraram tendência para cima. A tendência não era nem fixa nem uniforme, todavia. Ela variava algumas vezes para cima, algumas vezes para baixo. Todos os processos variam em alguma medida. Nenhuma máquina vai dar precisamente o mesmo resultado a cada vez que é usada. Todos os materiais variam um pouco. O pessoal de operações difere marginalmente na forma como desempenha, toda vez que desempenha uma tarefa. Mesmo o ambiente no qual os processos acontecem vai variar. Dado isso, não é surpreendente que a medida de qualidade (atributo ou variável) também vai variar. As variações que derivam dessas *causas comuns* nunca podem ser inteiramente eliminadas (apesar de poderem ser reduzidas).

Por exemplo, se uma máquina está enchendo caixas com arroz, ela não vai colocar *exatamente* o mesmo peso de arroz em cada caixa que enche; haverá alguma variação em torno de um peso médio. Quando a máquina está em uma condição estável (isto é, nenhum fator excepcional está influenciando seu comportamento), cada caixa poderia ser pesada e poderia ser feito um histograma com os pesos obtidos. A Figura 17.8 mostra como o histograma poderia desenvolver-se. As primeiras caixas pesadas poderiam ficar em algum lugar dentro da variação natural do processo, mas mais provavelmente estarão em torno do peso médio (veja Figura 17.8(a)). À medida que mais caixas são pesadas, elas claramente mostram a tendência de ficar próximas da média do processo (veja Figura 17.8(b) e (c)). Depois de muitas caixas terem sido pesadas, elas formam uma distribuição mais uniforme (Figura 17.8(d)), que pode ser desenhada como um histograma (Figura 17.8(e)), que se aproximará da distribuição de variação do processo (Figura 17.8(f)).

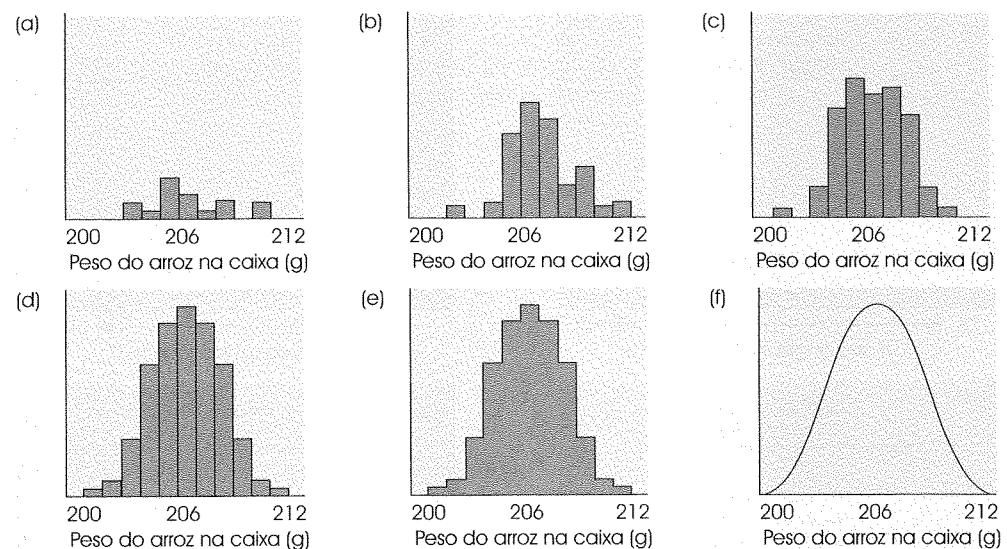


Figura 17.8 A variação natural no processo de enchimento pode ser descrita por uma distribuição normal.

Usualmente, este tipo de variação pode ser descrito por uma distribuição normal com 99,7% da variação dentro de ± 3 desvios-padrão.

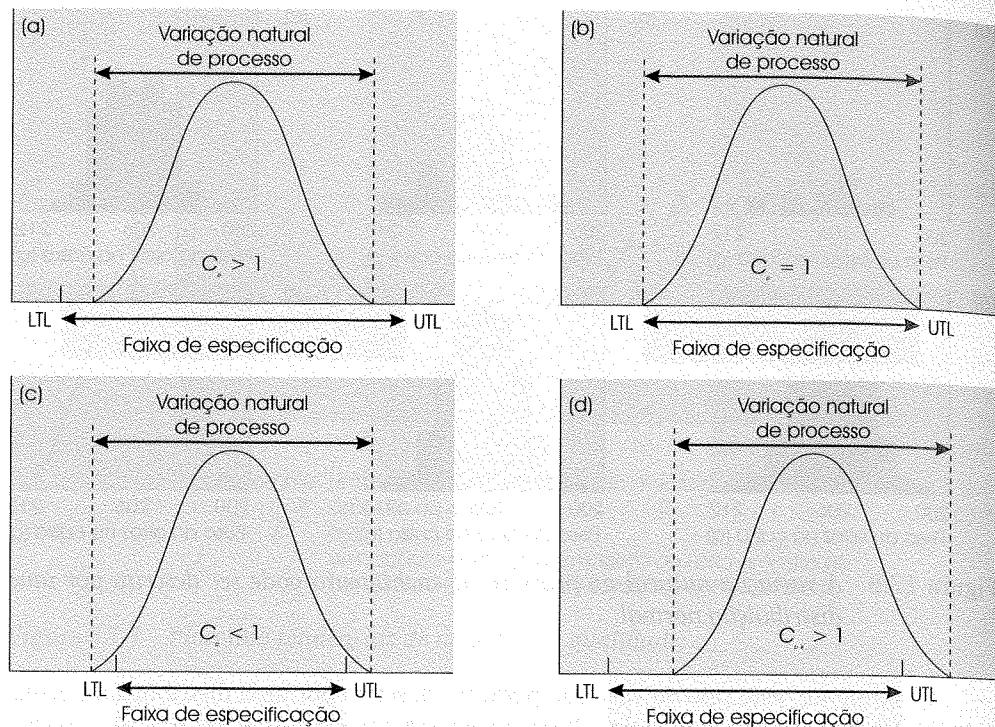
Neste caso, o peso do arroz nas caixas é descrito por uma distribuição com uma média de 206 gramas e um desvio-padrão de 2 gramas. A questão óbvia para qualquer gerente de produção seria “essa variação no desempenho ^{UTL}_{LTL} do processo é aceitável?” A resposta vai depender da faixa aceitável de pesos que pode ser tolerada pela operação. Essa faixa é chamada *faixa de tolerância*, ou *faixa de especificação*. Se o peso do arroz numa caixa é muito pequeno, a organização pode infringir regras de etiquetagem; se é muito grande, a organização está jogando fora muito de seu produto de graça. Se, neste caso, a faixa de especificação é de 198 a 214 gramas, a variação natural no processo de enchimento (a média do processo ± 3 desvios-padrão) fica bem dentro da especificação.

$$\begin{aligned} \text{Faixa de especificação} &= 214 - 198 = 16 \text{ g} \\ \text{Variação natural de processo} &= 6 \times \text{desvio-padrão} \\ &= 6 \times 2 = 12 \text{ g} \end{aligned}$$

CAPABILIDADE DO PROCESSO

A capacidade do processo é a medida da aceitabilidade da variação do processo. A medida mais simples de capacidade (C_p) é dada pela razão entre a faixa de especificação e a variação “natural” do processo (isto é ± 3 desvios-padrão)

onde UTL = limite superior de tolerância
 LTL = limite inferior de tolerância
 s = desvio-padrão da variabilidade do processo



LTL = nível de tolerância inferior

UTL = nível de tolerância superior

Figura 17.9 A capacidade do processo compara a variação natural do processo com a faixa de especificação que é requerida.

No caso do processo de enchimento:

$$C_p = \frac{214 - 198}{6 \times 2} = \frac{16}{12}$$

Geralmente, se C_p de um processo é maior do que um, é considerada indicativa de que o processo é “capaz” e se C_p é menor do que um, indica que o processo é “não capaz”, pressupondo uma distribuição normal (veja Figura 17.8 (a), (b) e (c)). A simples medida de C_p pressupõe que a média da variação do processo está no ponto médio da faixa de especificação. Freqüentemente, todavia, a média do processo é viesada em relação à faixa de especificação (veja Figura 17.9 (d)). Nesses casos, são necessários índices de capacidade *unilateral* para compreender a capacidade do processo.

$$\text{Índice unilateral superior } C_{pu} = \frac{UTL - X}{3s}$$

$$\text{Índice unilateral inferior } C_{pl} = \frac{X - LTL}{3s}$$

onde X = média do processo.

Algumas vezes, somente o inferior dos dois índices unilaterais para um processo é usado para indicar sua capacidade (C_{pk}).

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl})$$

Por exemplo, se a variação natural do processo de enchimento mudasse para ter uma média de processo de 210 gramas, mas o desvio-padrão permanecesse 2 gramas.

$$C_{pu} = \frac{214 - 210}{3 \times 2} = \frac{4}{6} = 0,666$$

$$C_{pl} = \frac{210 - 198}{3 \times 2} = \frac{12}{6} = 2,0$$

$$C_{pk} = \min(0,666; 2,0) = 0,666$$

CAUSAS DE VARIAÇÃO ASSINALÁVEIS

Nem todas as variações em processo resultam de causas comuns. Pode haver alguma coisa errada com processo, que é assinalável (identificável) a uma causa particular e previsível. O equipamento pode estar gasto ou ter sido mal preparado. Um membro não treinado da equipe pode não estar seguindo os procedimentos prescritos para o processo. As causas dessas variações são chamadas *causas assinaláveis*. A questão para o gerenciamento da operação é se os resultados de qualquer amostra em particular, quando colocados no gráfico de controle, simplesmente representam a variação devida a causas comuns ou a alguma causa assinalável específica e corrigível. A Figura 17.10, por exemplo, mostra o gráfico de controle para a resistência média ao impacto de amostras de portas tomadas ao longo do tempo. Como em qualquer processo, os resultados variam, mas os últimos três pontos parecem estar abaixo do usual. A questão é se isso é uma variação natural ou o sintoma de alguma causa mais séria. A variação é o resultado de causas comuns ou indica causas assinaláveis no processo?

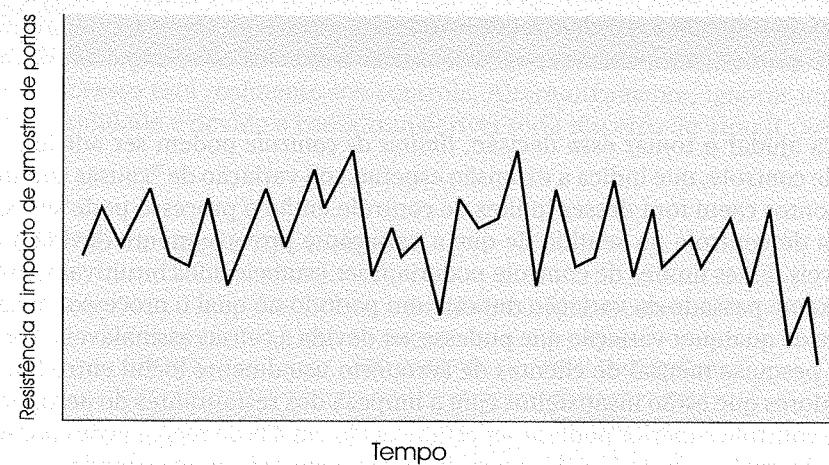


Figura 17.10 Gráfico de controle para a resistência a impacto de portas.

QUALIDADE SEIS SIGMAS DA MOTOROLA⁸

Não é frequente que os detalhes técnicos da capacidade do processo se tornem símbolos de programa de qualidade total de uma empresa, mas foi o que aconteceu com a Motorola. A Motorola é uma das maiores corporações industriais do mundo, fazendo componentes eletrônicos, semi-condutores e sistemas de comunicação, entre outras coisas. Ela emprega mais de 100.000 pessoas em todo o mundo em mais de 50 localidades. Todas as pessoas em todas as localidades e muitas fora da empresa agora ouviram falar dos objetivos de qualidade seis sigma da Motorola.

Os alicerces para qualidade seis sigma foram colocados alguns anos atrás, quando a companhia decidiu sobre a meta de “satisfação total do consumidor”. De acordo com a Motorola, isso só é atingido quando os produtos são entregues quando prometidos, sem nenhum defeito, quando o produto não apresenta falhas precoces e quando o produto não falha excessivamente em serviço. Para atingir isso, a Motorola inicialmente concentrou-se na remoção dos defeitos de manufatura. Ela logo percebeu, todavia, que muitos dos problemas eram causados por defeitos latentes, isto é, defeitos escondidos dentro dos projetos de seus produtos. Eles podem não aparecer inicialmente, mas fatalmente vão causar falhas no campo. A única forma de eliminar esses defeitos seria assegurar-se de que suas especificações de projeto fossem muito apertadas e que seus processos fossem, de fato, muito capazes.

O conceito de qualidade seis sigma da Motorola significa que a variação natural de seus processos (± 3 desvios-padrão) estaria no meio de sua faixa de especificações. Em outras palavras, a faixa de especificação de qualquer parte ou produto deveria ser ± 6 vezes o desvio-padrão do processo. A letra grega sigma (σ) é freqüentemente usada para indicar o desvio-padrão de um processo, daí o rótulo seis sigma. Uma capacidade de processo (C_p) de 1 é representada por qualidade “3 sigma”. Isso implica uma taxa de defeito de 2,7 defeitos por 1.000. A qualidade seis sigma é consideravelmente mais ambiciosa. Implica uma taxa de defeito de somente 3,4 defeitos por milhão.

Para ajudar a tomar essa decisão, *limites de controle* podem ser adicionados ao gráfico de controle, que indica a extensão esperada da variação de “causas comuns”. Se alguns pontos caem fora desses limites de controle então o processo pode ser considerado fora de controle no sentido de que a variação é provavelmente devida a causas assinaláveis. Esses limites de controle poderiam ser estabelecidos intuitivamente, através do exame passado da variação durante um período no qual o processo foi considerado livre de qualquer variação que pudesse ser devida a causas assinaláveis. Por exemplo, se a pesquisa mensal de clientes de aeroporto usualmente inclui entre 3 e 4% de consumidores que estão insatisfeitos com a limpeza dos restaurantes do aeroporto, um limite de controle superior poderia ser estabelecido em 4% de reclamações por mês. Se a proporção real constatada é 4% ou mais, então a situação é investigada.

Os limites de controle podem ser estabelecidos de forma mais estatística, mas, baseada na probabilidade de que a média de uma amostra particular vai diferir mais do

430 8. **Fonte:** Discussão com o pessoal da companhia e liberações para imprensa da companhia.

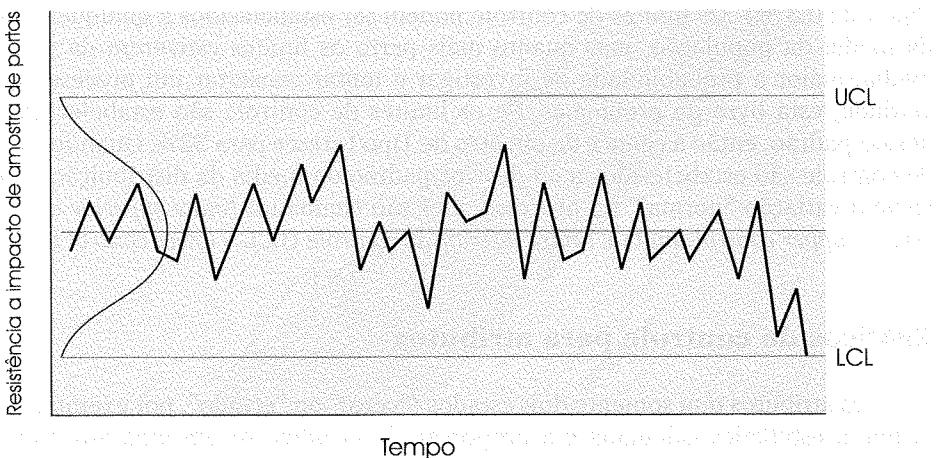


Figura 17.11 Gráfico de controle para a resistência a impacto de portas com limites de controle adicionados.

que uma quantidade estabelecida da média da população da qual é tomada. Por exemplo, se o processo que faz portas fosse medido para determinar a distribuição normal que representa sua variação devida a causas comuns, os limites de controle poderiam ser usados nessa distribuição. A Figura 17.11 mostra o mesmo gráfico de controle que a Figura 17.10 com a adição dos limites de controle colocados a ± 3 desvios-padrão (da população média da amostra), em torno das médias da amostra. Mostra que a probabilidade de o ponto final no gráfico ter sido influenciado por uma causa assinalável é de fato muito alta. Quando o processo está exibindo comportamento que está fora de sua faixa de “causas comuns”, ele é dito “fora de controle”.

A partir dessa evidência isolada, todavia, nós não podemos estar absolutamente certos de que o processo está fora de controle. Existe uma chance pequena, mas finita, de que o ponto (aparentemente fora dos limites) seja apenas um dos raros, mas naturais, resultados na cauda da distribuição, que descreve comportamento absolutamente normal. Parar o processo sob essas circunstâncias representaria um erro de Tipo I, porque o processo está realmente sob controle. Alternativamente, ignorar um resultado que na realidade é devido a uma causa transferível seria um erro de Tipo II (veja Tabela 17.4).

Tabela 17.4 Erros Tipo I e Tipo II em SPC.

Decisão	Estado atual do processo	
	Sob controle	Fora de controle
Parar o processo	Erro do Tipo I	Decisão correta
Deixar	Decisão correta	Erro do Tipo II

Os limites de controle são usualmente estabelecidos a três desvios-padrão da média da população. Isso significaria que há somente 0,3% de chance de qualquer amostra cair fora desses limites por causas aleatórias (isto é, uma chance de um erro do

Tipo I de 0,3 %). Os limites de controle podem ser estabelecidos a qualquer distância da média da população, mas quanto mais perto os limites estiverem da população média, maior a probabilidade de investigar e tentar consertar um processo que, na verdade, está livre de problemas. Se os limites de controle são estabelecidos a um desvio-padrão, então a chance de um erro de Tipo I cresce para 32%. Quando os limites de controle são estabelecidos a -3 desvios-padrão da média da distribuição, que descreve a variação “normal” no processo, eles são chamados *limite superior de controle* (UCL – *upper control limit*) e *limite inferior de controle* (LCL – *lower control limit*).

Gráficos de controle para atributos

Os atributos têm somente dois estados (“certo” ou “errado”, por exemplo). Dessa forma, a estatística calculada é a proporção de errados (p) em uma amostra. (Essa estatística segue uma distribuição binomial.)

No cálculo dos limites, a população média (\bar{p}) – a proporção real, esperada ou normal de “defeitos” ou erros para acertos – pode não ser conhecida. Quem, por exemplo, sabe o número real de pessoas que viajam diariamente para o trabalho, que estão insatisfeitas com seu tempo de percurso? Nesses casos a população média pode ser estimada a partir da média da proporção de “defeitos”, (\bar{p}) de m amostras cada uma com n elementos, onde m deveria ser pelo menos 30 e n deveria ser pelo menos 100:

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{m}$$

Um desvio-padrão pode então ser estimado de

$$\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Os limites de controle superior e inferior podem então ser estabelecidos como:

$$UCL = \bar{p} + 3 \text{ desvios-padrão}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \text{ desvios-padrão}$$

É claro que o LCL não pode ser negativo e, quando for calculado assim, deveria ser em torno de zero.

Gráfico de controle para variáveis

O tipo mais comumente usado de gráfico de controle empregado para controlar variáveis é o gráfico X-R. De fato, eles são dois gráficos em um. Um gráfico é usado para controlar a média da amostra, (X). O outro é usado para controlar a variação dentro da amostra pela medida da faixa (R). A faixa é usada porque é mais simples de ser calculada do que o desvio-padrão da amostra.

O gráfico de média (X) pode pegar mudanças na saída média do processo que está sendo representado. As mudanças no gráfico de médias sugeririam que o processo está se deslocando genericamente para fora do que deveria ser a média do processo, apesar de a variabilidade inerente ao processo não haver mudado (veja Figura 17.12).

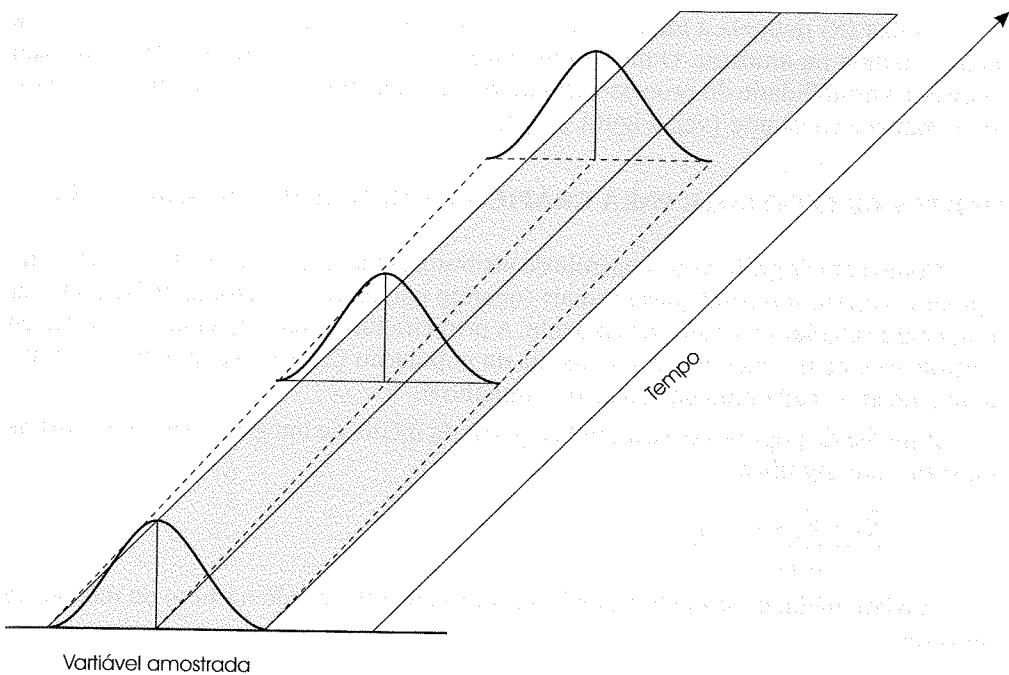


Figura 17.12 Média do processo que muda no tempo com faixa constante.

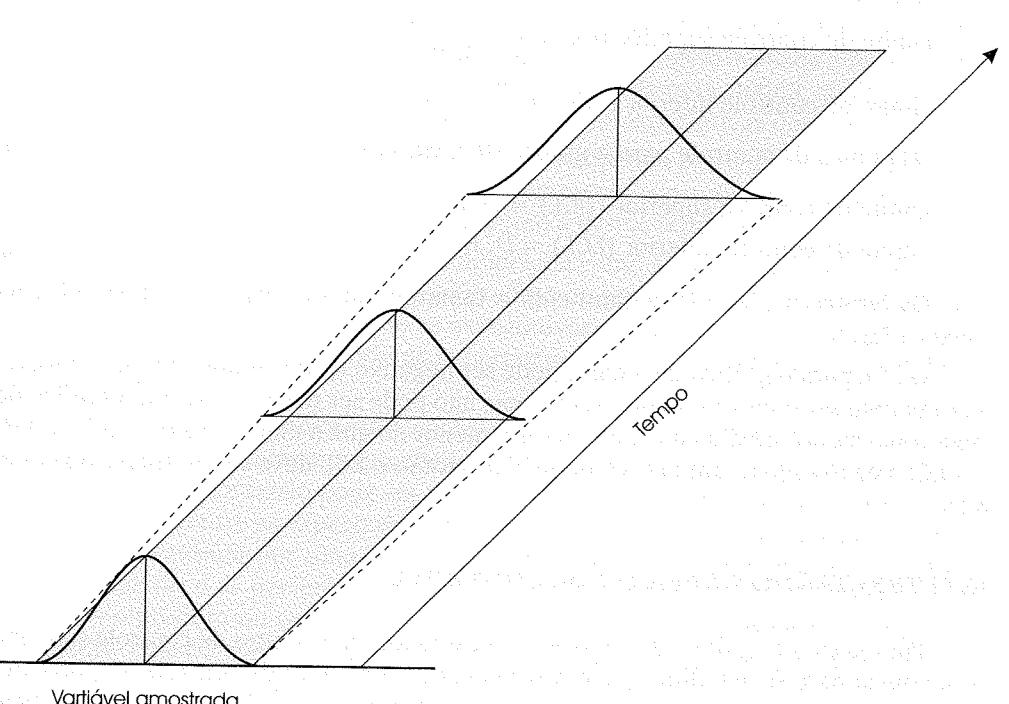


Figura 17.13 Faixa que muda com o tempo com média de processo constante.

A faixa (R) delinea a faixa de cada amostra, que é a diferença entre a maior e a menor medida na amostra. O monitoramento de faixa de amostra dá uma indicação sobre se a variabilidade do processo está mudando, mesmo quando a média do processo permanece constante (veja Figura 17.13).

LIMITES DE CONTROLE PARA GRÁFICO DE CONTROLE DE VARIÁVEIS

Como com os gráficos de controle de atributos, uma descrição estatística de como o processo opera sob condições normais (quando não há causas assinaláveis) pode ser usada para calcular os limites de controle. A primeira tarefa para calcular os limites de controle é estimar a média geral ou média da população (\bar{X}) e a faixa média (\bar{R}), usando m amostras, cada uma das quais de tamanho n .

A média da população é estimada a partir da média de um grande número (m) de amostras, que significa:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_m}{m}$$

A faixa média é estimada a partir das faixas de um grande número de médias de amostras:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$$

Os limites de controle para a média de amostra são:

$$\text{Limite de controle superior (UCL)} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{Limite de controle inferior (LCL)} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Os limites de controle para o gráfico de faixa são:

$$\text{Limite de controle superior (UCL)} = D_4 \bar{R}$$

$$\text{Limite de controle inferior (LCL)} = D_3 \bar{R}$$

Os fatores A_2 , D_3 e D_4 variam com o tamanho da amostra e são mostrados na Tabela 17.5.

O LCL para o gráfico de médias pode ser negativo (por exemplo, temperatura ou lucro podem ser menores do que zero), mas não pode ser negativo para um gráfico de faixa (ou a menor medida na amostra seria menor do que a maior). Se o cálculo indica um LCL negativo para um gráfico de médias, então o LCL deve ser estabelecido como zero.

INTERPRETANDO GRÁFICOS DE CONTROLE

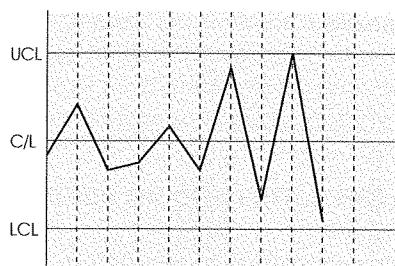
Pontos em um gráfico de controle que caem fora dos limites de controle são uma razão óbvia para se acreditar que o processo pode estar fora de controle, e, portanto, para se investigar o processo. Isso não é a única pista que poderia ser revelada pelo gráfico de controle, todavia. A Figura 17.14 mostra alguns outros padrões que poderiam ser interpretados como comportamento suficientemente não usual para exigir investigação.

Tabela 17.5 Fatores para o cálculo dos limites de controle.

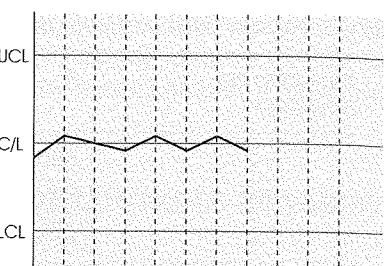
Tamanho da amostra n	A_2	D_3	D_4
2	1,880	0	3,267
3	1,023	0	2,575
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,115
6	0,483	0	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777
12	0,266	0,284	1,716
14	0,235	0,329	1,671
16	0,212	0,364	1,636
18	0,194	0,392	1,608
20	0,180	0,414	1,586
22	0,167	0,434	1,566
24	0,157	0,452	1,548

Resumo

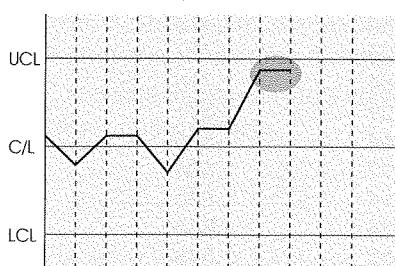
- Há diversas abordagens para definir qualidade. Entre essas estão a abordagem transcendente, a abordagem baseada em manufatura, a abordagem baseada no usuário, a abordagem baseada em produto e a abordagem baseada em valor. Neste livro, colocamos juntas diversas dessas abordagens para definir qualidade como “qualidade é a conformidade consistente com as expectativas dos consumidores”.
- A qualidade é vista como um objetivo de desempenho particularmente importante em operações porque ela assim afeta diretamente consumidores internos e externos e leva tanto a receitas crescentes como a custos reduzidos.
- A qualidade percebida é mais bem modelada como a lacuna entre as expectativas dos consumidores relativamente ao produto ou serviço e suas percepções relativas ao produto ou serviço. Quando as expectativas são maiores do que as percepções, a qualidade é pobre. Quando as expectativas e percepções casam, a qualidade é aceitável.
- Essa abordagem da lacuna percepção-expectativa pode ser usada para modelar os fatores que determinam a qualidade no domínio do consumidor e no domínio da operação. Esse modelo pode ser utilizado como ferramenta de diagnóstico. Se há uma lacuna entre as expectativas dos consumidores e suas percepções, é provável que seja causada por uma ou mais lacunas entre os fatores que influenciam as expectativas e as percepções. A lacuna que é de particular significância é aquela entre o produto ou serviço real e seus níveis de qualidade especificados internamente. Essa é a abordagem de “conformidade a especificações” para planejamento e controle de qualidade.
- Há seis passos que envolvem a atividade de planejamento e controle de qualidade. Eles são:
 1. Definir características de qualidade.



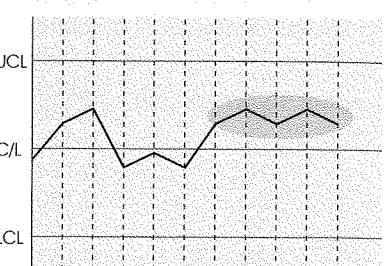
(a) Comportamento alternante – Investigar



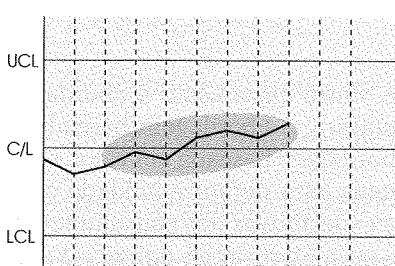
(b) Comportamento estranhamente na média – Investigar



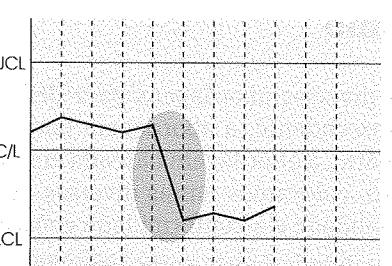
(b) Dois pontos próximos do limite de controle – Investigar



(e) Cinco pontos de um lado da linha central – Investigar



(c) Tendência aparente em um sentido – Investigar



(f) Súbita mudança de nível – Investigar

Figura 17.14 Além de pontos que caem fora dos limites de controle, outras seqüências improváveis de pontos deveriam ser investigadas.

2. Decidir como medir cada uma das características de qualidade.

3. Estabelecer padrões de qualidade para cada característica.

4. Controlar a qualidade contra esses padrões.

5. Encontrar a causa correta da qualidade pobre.

6. Continuar a fazer melhoramentos.

Neste capítulo, lidamos com os passos de 1 a 4.

- As características de qualidade podem ser vistas como funcionalidade adequada, aparência, confiabilidade, durabilidade, recuperação e contato.

- Cada característica de qualidade pode ser medida, seja como variável – que pode ser medida em uma escala contínua – seja como atributo – que tem dois estados (por exemplo, certo e errado).

- A maioria do planejamento e controle de qualidade envolve amostragem do desempenho da operação. A amostragem pode fazer surgir julgamentos errôneos.

Esses podem ser classificados como erros do Tipo I e erros do Tipo II. Os erros do Tipo I envolvem fazer correções onde não era necessário. Erros do Tipo II envolvem não fazer correções onde elas de fato são necessárias.

- O controle estatístico de processo envolve usar gráficos de controle para rastrear o desempenho de uma ou mais características da operação. O poder dos gráficos de controle está em sua habilidade de estabelecer “limites de controle” derivados da estatística da variação natural do processo. Esses limites de controle são Freqüentemente estabelecidos a ± 3 desvios-padrão da variação natural das amostras do processo.
- Os gráficos de controle podem ser usados seja para atributos seja para variáveis. No último caso, tanto a média da amostra como a faixa da amostra são usualmente consideradas. Isso possibilita que um julgamento seja feito sobre se a média da variação do processo ou se o desvio-padrão do processo ou ambos estão mudando com o tempo.
- O outro principal uso de estatística no planejamento e controle de qualidade envolve a utilização de amostragem de aceitação. A amostragem de aceitação envolve fazer um julgamento sobre todo um lote de produtos ou serviços com base em uma amostra tomada do lote. Inevitavelmente, envolve alguns riscos, seja de rejeitar um bom lote, seja de aceitar um mau lote. Os riscos de qualquer plano de amostragem particular são mostrados em sua curva de característica de operações (CCO). Quanto maior o número de elementos na amostra, menores são os riscos envolvidos na amostragem.

Questões para discussão

- Descreva e explique as diferenças entre necessidades, exigências e expectativas que o consumidor pode ter para:
 - um vôo classe turística para os Estados Unidos;
 - uma boneca que fala;
 - um curso de gerenciamento de produção.
- Defina as características de qualidade para os seguintes produtos ou serviços e sugira formas pelas quais cada característica poderia ser medida. Identifique se as características são atributos ou variáveis:
 - uma refeição de restaurante;
 - uma máquina de lavar;
 - um serviço de táxi.
- Discuta as vantagens e desvantagens da inspeção 100%. Comente sobre a adequabilidade da inspeção 100%, e como poderia ser executada, nos seguintes exemplos:
 - a temperatura de uma refeição de restaurante;
 - a adequabilidade de um estudante para uma premiação de honra ao mérito;
 - a pontualidade de uma frota de ônibus urbanos;
 - os resultados a serem conseguidos de um pacote de sementes para jardim.

- Explique por que, quando acontece a inspeção 100%, erros no produto ou serviço ainda podem chegar ao consumidor. Ilustre sua resposta com um produto ou serviço de sua escolha. O que pode ser feito para tentar minimizar a ocorrência desses erros?
- Uma fábrica usa duas máquinas para fatiar peças plásticas extrudadas. A faixa de especificação para saída da máquina 1 é 16,7 a 17,3 cm e 22 a 26 cm para a máquina 2. As saídas das máquinas são normalmente distribuídas em torno de 17 e 24 cm, respectivamente, com desvio-padrão de 1,7 e 2,1 cm. A variação normal nas duas máquinas é 0,5 e 1,9 cm. O gerente de produção tem o orçamento para atualizar uma das duas máquinas neste ano. Qual você recomendaria que fosse substituída com base em suas habilidades de desempenhar o trabalho?
- O gerente regional de uma rede ferroviária nacional está considerando dar garantias aos consumidores sobre a confiabilidade da chegada dos trens na principal estação da região. Os tempos de chegada de 20 trens foram checados diariamente por um período de diversas semanas, nas quais não houve nenhuma circunstância não usual conhecida. Achou-se que os trens estavam, em média, três minutos atrasados em relação a seu horário programado de chegada. A faixa média foi de 12 minutos. Que conselho você daria para o gerente?

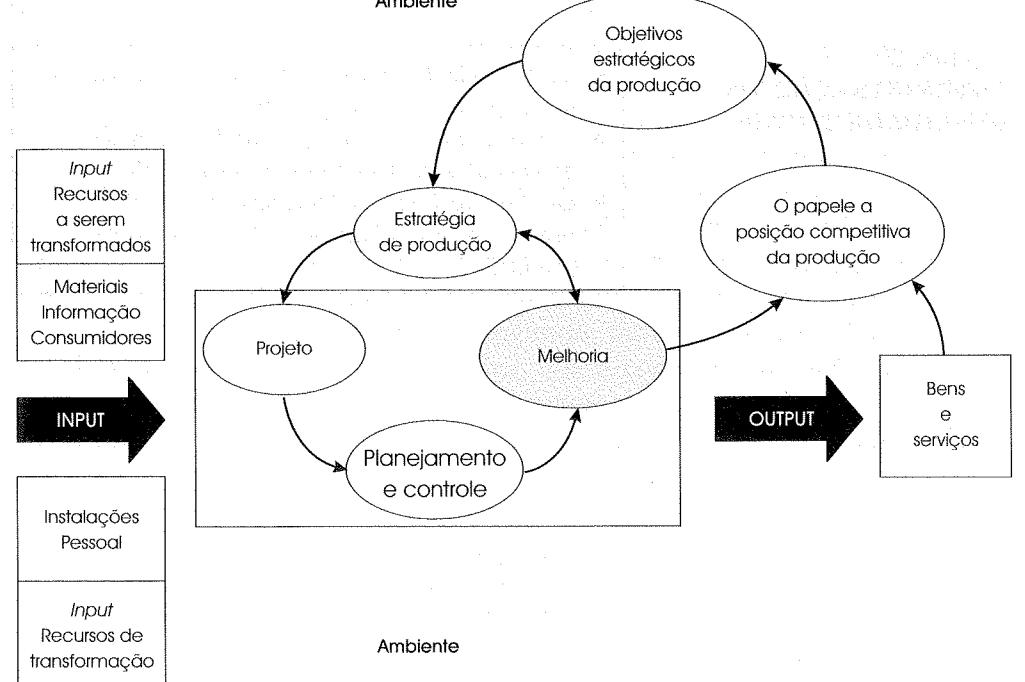
Leituras complementares selecionadas

- BOUNDS, G., YORKS, I., ADAMS, M., RANNEY, G. *Beyond quality management: towards the emerging paradigm*. McGraw-Hill, 1994.
- DALE, B. G., SHAW, P. The applications of statistical process control in UK automotive manufacture: some research findings. *Quality and Reliability Engineering International*, v. 5, nº 1, 1989.
- _____, _____. Statistical process control: an examination of some common queries. *International Journal of Production Economics*, v. 22, nº 1, 1991.
- DALE, B. G. (Org.). *Managing quality*. 2. ed. Prentice-Hall, 1994.
- DODGE, H. F., ROMIG, G. H. *Sampling inspection tables: single and double sampling*. 2. ed. Wiley, 1959.
- DUNCAN, A. J. *Quality control and industrial statistics*. Irwin, 1974.
- EVANS, J. R., LINDSAY, W. M. *The management and control of quality*. 2. ed. West, 1993.
- GARRITY, S. M. *Basic quality improvement*. Prentice-Hall International, 1993.
- GARVIN, D. A. *Managing quality*. Free, 1988.
- GUPTA, V. K., SAGAR, R. Total quality control using PC's in an engineering company. *International Journal of Production Research*, v. 31, nº 1, 1993.
- HOSTAGE, G. M. Quality control in a service business. *Harvard Business Review*, v. 53, July/Aug. 1975.
- MONTGOMERY, D. C. *Introduction to statistical quality control*. Wiley, 1985.
- _____. *Introduction to statistical quality control*. 2. ed. Wiley, 1985.
- MORTIMER, J. (Org.). *Statistical process control: an ISF executive briefing*. ISF/Springer-Verlag, 1988.

- OAKLAND, J. S., FOLLOWELL, R. F. *Statistical process control: a practical guide*. 2. ed. Heinemann, 1990.
- OAKLAND, J. S. *Total quality management*. 2. ed. Butterworth-Heinemann, 1993.
- OWEN, M. *SPC and business improvement*. IFS, 1993.
- SWENSETH, S. R., MURALIDHR, K., WILSON, R. L. Planning for continual improvement in a just in time environment. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 6, 1993.
- ZEITHAML, V. A., PARASURAMAN, A., BERRY, L. L. *Delivering quality service: balancing customer perceptions and expectations*. Free, 1990.

Parte IV

MELHORIA



Mesmo a melhor das operações produtivas precisará melhorar porque os concorrentes também estarão fazendo melhoramentos. Esta parte do livro olha para como os gerentes podem fazer sua produção desempenhar melhor, como eles podem fazê-la parar de falhar e como eles podem coordenar suas atividades de melhoria.

QUESTÕES-CHAVES DA PRODUÇÃO

Capítulo 18

MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO

- Como uma operação produtiva pode avaliar quanto boa ela é?
 - Onde os gerentes de produção deveriam começar suas atividades de melhoramento?
 - Que técnicas podem os gerentes de produção usar para ajudá-los a melhorar suas operações?

Capítulo 19

PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS

- Por que as operações falham?
 - Como os gerentes de produção podem evitar a ocorrência de falhas?
 - O que os gerentes de produção deveriam fazer quando falhas ocorrem?

Capítulo 20

ADMINISTRAÇÃO DA QUALIDADE TOTAL

- Como o TQM difere das abordagens anteriores de gerenciamento da qualidade?
 - Como as iniciativas de qualidade podem ser gerenciadas através da abordagem TQM?
 - Qual o papel dos sistemas de qualidade e dos prêmios de qualidade no melhoramento da produção?

18

MELHORIA DA PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Mesmo quando uma operação produtiva é projetada e suas atividades planejadas e controladas, a tarefa do gerente de produção não está acabada. Todas as operações, não importa quanto bem gerenciadas, são capazes de melhoramentos. De fato, em anos recentes, a ênfase mudou marcadamente no sentido de que fazer melhoramentos é uma das principais responsabilidades do gerente de produção. Nesta parte do livro escolhemos tratar do processo de melhoramento em três estágios. O primeiro, neste capítulo, olha para as abordagens e técnicas que podem ser adotadas para melhorar a produção. O segundo, no Capítulo 19, olha para o melhoramento sob outra perspectiva, que é como as operações podem prevenir falhas e como elas podem recuperar-se, quando ocorre uma falha. Finalmente, no Capítulo 20, vamos olhar para como o processo de

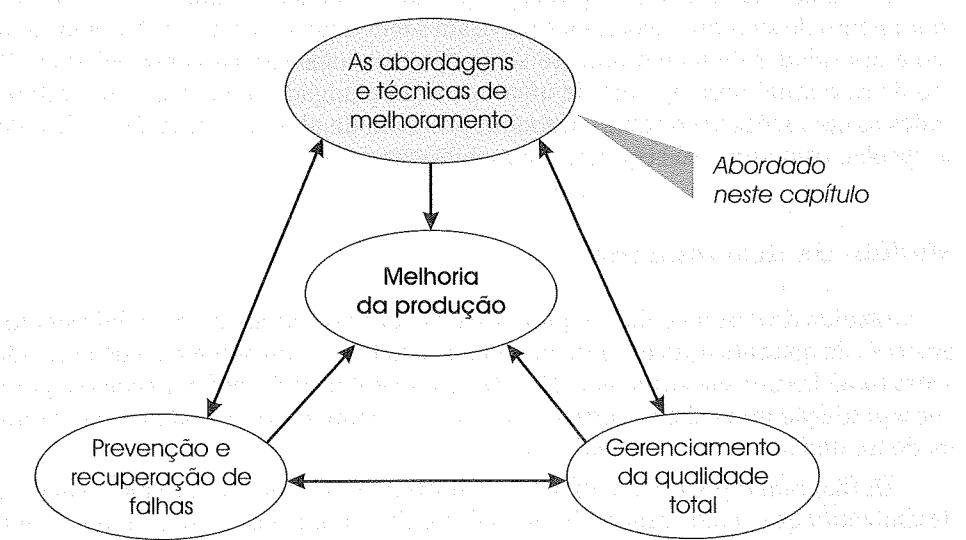


Figura 18.1 *Modelo de melhoria da produção mostrando as questões cobertas neste capítulo.*

melhoramento inteiro pode ser apoiado através da abordagem do gerenciamento da qualidade total (TQM – *total quality management*). Esses três estágios estão inter-relacionados como mostra a Figura 18.1.

OBJETIVOS

Este capítulo vai examinar:

- como a produção pode medir seu desempenho em termos dos cinco objetivos de desempenho;
- os princípios e etapas do *benchmarking*;
- a forma pela qual os gerentes de produção podem quantificar a importância de seus fatores competitivos significativos e seu desempenho atingido nestes fatores;
- o processo de priorização, que junta importância e desempenho na matriz importância-desempenho;
- as duas estratégias contrastantes de melhoramentos: melhoramento contínuo e revolucionário;
- a abordagem de reengenharia de processo de negócios (BPR – *business process re-engineering*) para melhoramento;
- algumas técnicas comuns de melhoramento da produção.

Medida e melhoria do desempenho

Antes que os gerentes de produção possam idealizar sua abordagem para o melhoramento de suas operações, eles precisam saber quão boa ela já é. A urgência, direção e prioridades de melhoramento serão determinadas parcialmente pela identificação de se o atual desempenho de uma operação é julgado bom, ruim ou indiferente. Todas as operações produtivas, portanto, precisam de alguma forma de *medida de desempenho*, como um pré-requisito para melhoramento.

Medida de desempenho

Medida de desempenho é o processo de *quantificar ação*, onde medida significa o processo de quantificação e o desempenho da produção é presumido como derivado de ações tomadas por sua administração.¹ O desempenho aqui é definido como o grau em que a produção preenche os cinco objetivos de desempenho em qualquer momento, de modo a satisfazer seus consumidores.

Os diagramas polares na Figura 18.2 ilustram este conceito. Os cinco objetivos de desempenho que temos usado ao longo deste livro podem ser vistos como as dimen-

1. Baseado em NEELY, A. *Performance measurement system design: theory and practice*. Manufacturing Engineering Group, Cambridge University, Apr. 1993.

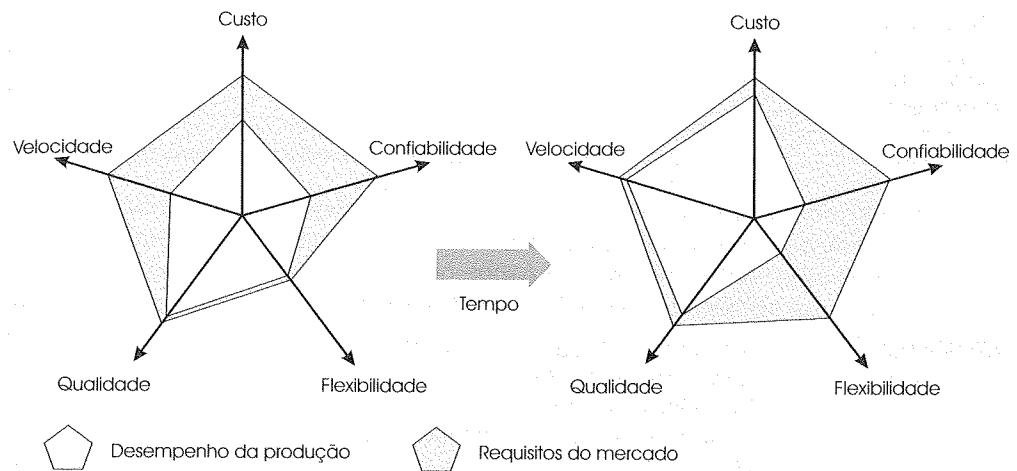


Figura 18.2 As necessidades e o desempenho da produção, ambos mudam ao longo do tempo.

sões do desempenho global que satisfazem os consumidores. As necessidades do mercado e as expectativas quanto a cada objetivo de desempenho vão variar (como discutimos no Capítulo 3). A extensão em que a produção atende às necessidades do mercado também vai variar, possivelmente atendendo-lhes em algumas dimensões. Além disso os requisitos do mercado e o desempenho da produção também podem mudar ao longo do tempo. Na Figura 18.2, a produção está originalmente quase atingindo os requisitos do mercado, no que se refere a qualidade e flexibilidade, mas está subdesempenhando em sua velocidade, confiabilidade e custo. Depois de passado algum tempo, a operação melhorou sua velocidade e seu custo para casar com os requisitos do mercado, mas sua flexibilidade não mais atinge os requisitos do mercado, não porque se tenha deteriorado em sentido absoluto, mas porque os requisitos do mercado também mudaram.

MEDIDAS DE DESEMPENHOO

Os cinco objetivos de desempenho – qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo – são realmente compostos de muitas medidas menores. Por exemplo, o custo de uma operação é derivado de muitos fatores, que podem incluir a eficiência de compras da operação, a eficiência com a qual ela converte os materiais, a produtividade de seu pessoal, a razão entre pessoal direto e indireto etc. Todos esses fatores individualmente dão uma visão parcial do desempenho de custos da produção, e muitos deles se sobrepõem em função da informação que incluem. Todavia, cada um deles dá uma perspectiva do desempenho de custos da produção, o que poderia ser útil seja para identificar áreas para melhoramento, seja para monitorar a extensão dos melhoramentos. Se a produção vê seu desempenho em “custo” como insatisfatório, desabrandando-o em “eficiência de compras”, “eficiência de transformação”, “produtividade do pessoal” etc. pode explicar as causas raízes do mau desempenho. Se as causas significativas do mau desempenho podem ser identificadas, elas poderiam ser rastreadas ao longo do tempo para avaliar o grau de melhoramento.

A Tabela 18.1 mostra algumas das medidas parciais que podem ser usadas para julgar o desempenho de uma operação produtiva.

Tabela 18.1 Algumas medidas parciais de desempenho típicas.

Objetivo de desempenho	Algumas medidas típicas
Qualidade	Número de defeitos por unidade Nível de reclamação de consumidor Nível de refigo Alegações de garantia Tempo médio entre falhas Escore de satisfação do consumidor
Velocidade	Tempo de cotação do consumidor Lead-time de pedido Frequência de entregas Tempo de atravessamento real versus teórico Tempo de ciclo
Confiabilidade	Porcentagem de pedidos entregues com atraso Atraso médio de pedidos Proporção de produtos em estoque Desvio médio de promessa de chegada Aderência a programação
Flexibilidade	Tempo necessário para desenvolver novos produtos/serviços Faixa de produtos ou serviços Tempo de mudança de máquina Tamanho médio de lote Tempo para aumentar a taxa de atividade Capacidade média/capacidade máxima Tempo para mudar programações
Custo	Tempo mínimo de entrega/tempo médio de entrega Variação contra orçamento Utilização de recursos Produtividade da mão de obra Valor agregado Eficiência Custo por hora de operação

Padrões de desempenho

Depois de uma operação ter medido seu desempenho, usando um conjunto de medidas parciais, ela precisa fazer um julgamento sobre se seu desempenho é bom, mau, ou indiferente. Há diversas formas de fazer isso, cada uma das quais envolve comparação do nível de desempenho atualmente atingido com algum tipo de padrão. Quatro tipos de padrões são comumente utilizados:

Padrões históricos

Utilizar padrões históricos seria comparar o desempenho atual com desempenhos anteriores. Por exemplo, se uma organização entrega produtos a seus consumidores quatro semanas depois de o consumidor tê-los requisitado, seu desempenho poderia ser julgado bem bom, se no ano passado ela levava seis semanas para entregar. Os

padrões de desempenho histórico são efetivos quando julgam se uma operação está melhorando ou piorando com o tempo, mas não dão nenhuma indicação de que o desempenho poderia ser considerado satisfatório.

Padrões de desempenho alvos

Os padrões de desempenho alvos são aqueles estabelecidos arbitrariamente para refletir algum nível de desempenho que é visto como adequado ou razoável. Por exemplo, se, sob as circunstâncias, é considerado razoável para a operação anteriormente mencionada entregar em quatro semanas, então o desempenho de uma operação que realmente faça a entrega em quatro semanas será considerado aceitável. Os orçamentos que as maiores organizações preparam são exemplos de padrões de desempenho alvos.

Padrões de desempenho da concorrência

Os padrões de desempenho da concorrência comparam o desempenho atingido pela produção com aquele que está sendo atingido por um ou mais concorrentes da organização. Por exemplo, se a organização está entregando em quatro semanas, mas a maioria de seus concorrentes pode entregar em três semanas, seu desempenho poderia não ser visto como muito bom. A vantagem dos padrões de desempenho baseados na concorrência é que eles relacionam o desempenho de uma operação diretamente à habilidade de seus concorrentes no mercado. Em termos de melhoramento de desempenho estratégico, os padrões da concorrência são os mais úteis. Para algumas operações sem fins lucrativos, esse tipo de padrão de desempenho precisa ser modificado. A comparação com concorrentes pode nem sempre ser possível. Um departamento de polícia, por exemplo, teria dificuldade para identificar “concorrentes”, mas poderia comparar seu desempenho com departamentos de polícia similares em outros lugares.

Padrões de desempenho absolutos

Um padrão de desempenho absoluto é o que é tomado em seus limites teóricos. Por exemplo, o padrão de qualidade de “zero defeitos”, ou o padrão de estoques de “zero estoque” são ambos padrões absolutos. Esses padrões são talvez nunca atingíveis na prática, mas permitem a uma operação calibrar-se em relação ao limite teórico. No exemplo anterior, o produto que era de fato entregue ao consumidor em quatro semanas pode levar somente quatro horas para ser feito dentro da fábrica e entregue ao consumidor. Na prática, a operação provavelmente nunca vai atingir um tempo de entrega de quatro horas, mas o padrão ilustrou quanto a operação poderia teoricamente melhorar.

Benchmarking

Uma abordagem que algumas companhias usam para comparar suas operações com aqueles de outras companhias é chamado *benchmarking*. Originalmente, o termo *benchmark* deriva da agrimensura onde um “marco” (*mark*), cortado na rocha, funcionaria como um ponto de referência. Em 1989, a Xerox Corporation usou o termo “benchmarking concorrente” competitivo para descrever um processo:

"usado pela função de produção para revitalizar-se comparando suas características, conjuntos e componentes de seus produtos com os dos concorrentes".²

(Veja quadro sobre o processo de *benchmarking* da Rank Xerox.) Desde aquele tempo, o termo *benchmarking* ampliou seu significado de diversas formas.³

- Não é mais restrito somente às operações de manufatura, mas também tem sido visto sendo aplicado a outras áreas funcionais, como compras e marketing.
- Não está mais confinado somente às organizações de manufatura, mas também tem sido visto em serviços como hospitais e bancos.
- Não é mais somente praticado por especialistas e consultores, mas pode envolver todo o pessoal na organização.

O termo *competitivo* foi ampliado para significar mais do que apenas a comparação direta com concorrentes. Agora é tomado significando *benchmarking* para ganhar vantagem competitiva (talvez por comparação com, e aprendendo com, organizações não concorrentes).

O BENCHMARKING DA XEROX⁴

Possivelmente, a mais conhecida pioneira em *benchmarking* na Europa é a Rank Xerox, que criou o mercado original de copiadoras. O monopólio virtual da companhia em seu setor quase tornou-se sua ruína. Em 1980 a ameaça para a Rank Xerox das companhias copiadoras japonesas emergentes tornou-se clara. Um estudo em profundidade identificou que mudanças fundamentais eram necessárias. Para entender como isso deveria ocorrer, a empresa decidiu avaliar-se internamente – um processo que se tornou conhecido como *benchmarking* competitivo. Os resultados desse estudo chocaram a companhia. Seus rivais japoneses estavam vendendo máquinas pelo preço de custo da Xerox. Isso nem podia ser explicado por diferenças de qualidade. O estudo descobriu que, quando comparada com suas rivais japonesas, a Xerox tinha nove vezes mais fornecedores, estava rejeitando dez vezes mais máquinas na linha de produção e levando o dobro do tempo para colocar os produtos no mercado. O *benchmarking* também mostrou que a produtividade precisaria crescer 18% por ano por cinco anos se quisesse alcançar seus rivais.

A Rank Xerox vê o *benchmarking* como uma ajuda no atingimento de dois objetivos. No nível estratégico, ajuda a estabelecer padrões de desempenho, enquanto no nível operacional ajuda a entender as melhores práticas e métodos de operação, que podem ajudá-la a atingir seus objetivos de desempenho. O processo de *benchmarking* desenvolvido pela Rank Xerox tem cinco fases (veja Figura 18.3).

2. CAMP, C. *Benchmarking: the search for best practices which lead to superior performance – parts 1 to 5*. *Quality Progress*, Jan./May 1989.
3. PICKERING, I. M., CHAMBERS, S. Competitive benchmarking: progress and future developments. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, v. 4, n^o 2, May 1991.
4. **Fontes:** ROGERS, B. Benchmarking as a tool in rank xerox's quality management strategies. *Quality Link*, Nov./Dec. 1991; CROSS, R., LEONARD, P. Benchmarking: a strategic and tactical perspective. In: DALE, B. (Org.). *Managing quality*. 2. ed. Prentice-Hall, 1994.

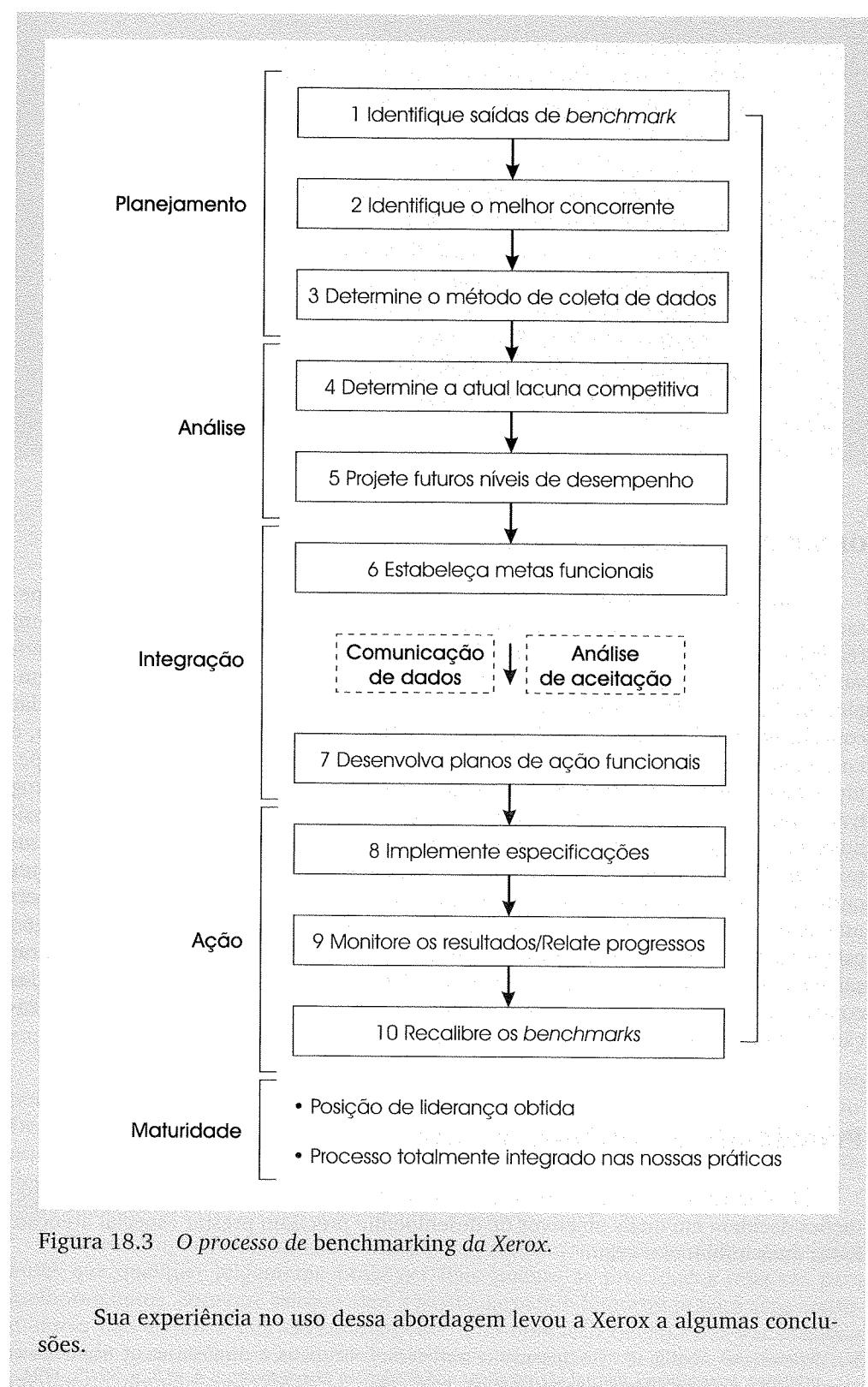


Figura 18.3 O processo de benchmarking da Xerox.

Sua experiência no uso dessa abordagem levou a Xerox a algumas conclusões.

- A primeira fase, planejamento, é crucial para o sucesso do processo todo. Um bom plano vai identificar um objetivo realístico para o estudo de *benchmarking*, atingível e claramente alinhado com as prioridades dos negócios.
- Um pré-requisito para o sucesso do *benchmarking* é compreender completamente seu próprio processo. Sem isso, é difícil comparar seu processo com os de outras companhias.
- Olhar para o que está disponível de imediato. Muitas informações já estão no domínio público. Balanços publicados, revistas, conferências e associações profissionais podem proporcionar informação que é útil para os propósitos do *benchmarking*.
- Seja sensível ao pedir informações a outras companhias. A regra de ouro é “Não faça nenhuma pergunta que você não gostaria que lhe fizessem.”

OBJETIVOS DE BENCHMARKING

O *benchmarking* preocupa-se, entre outras coisas, com ver quanto bem vai a operação. Pode ser visto, portanto, como uma abordagem para o estabelecimento realístico de padrões de desempenho. Ele também se preocupa com a pesquisa de novas idéias e práticas, que podem ser aptas para ser copiadas ou adaptadas. Por exemplo, um banco pode aprender alguma coisa com um supermercado sobre como lidar com flutuações de demanda ao longo do dia. O sucesso do *benchmarking*, todavia, é largamente devido a mais do que sua habilidade de estabelecer padrões de desempenho e de habilitar as organizações a copiarem coisas umas das outras. O *benchmarking* trata essencialmente de estimular a criatividade e proporcionar um estímulo que possibilite às operações melhor entenderem como elas poderiam melhor servir seus consumidores. Muitas organizações acham que é o processo em si de olhar para diferentes partes de sua própria companhia ou de olhar para companhias externas, que lhes permite entender a conexão entre as necessidades do mercado externo, que uma operação está tentando satisfazer, e as práticas internas que a operação está usando para tentar satisfazê-lo. Em outras palavras, o *benchmarking* pode ajudar a reforçar a idéia das contribuições diretas que uma operação tem para a competitividade de sua organização. Este elo é representado pelas setas grossas na Figura 18.4.

Prioridade de melhoramento⁵

No Capítulo 3 identificamos as duas principais influências na forma como as operações decidem em quais objetivos de desempenho precisam prestar especial atenção. Essas duas influências eram:

5. Baseado em SLACK, N. The importance-performance matrix as a determinant of improvement priorities. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 4, nº 5, p. 59-75, 1994.

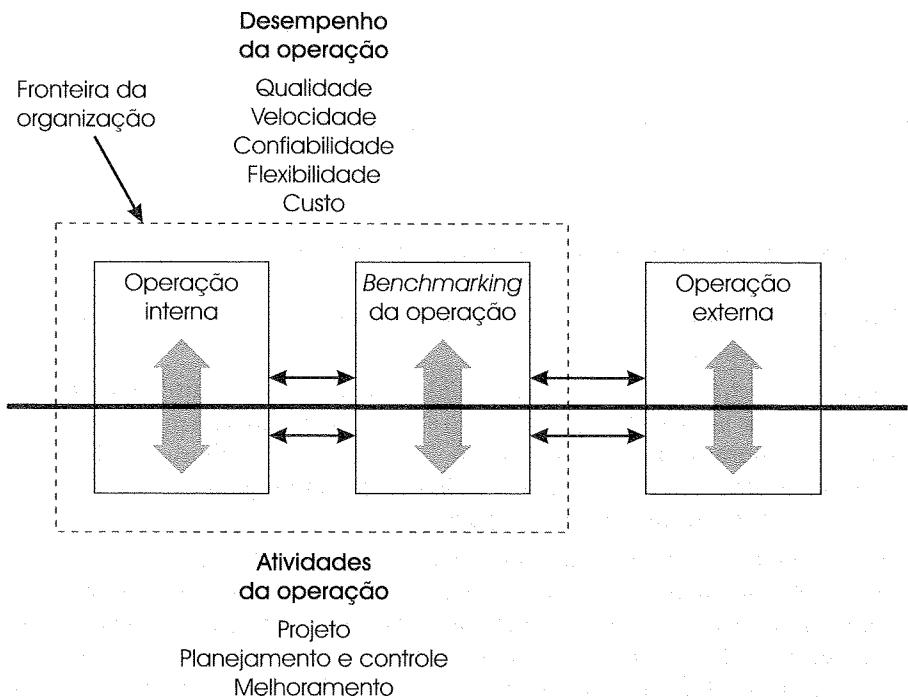


Figura 18.4 O benchmarking pode envolver comparações internas e externas e comparações de desempenho e de atividades.

- as necessidades e preferências de consumidores, e
- o desempenho e as atividades dos concorrentes.

A consideração das necessidades dos consumidores tem um significado particular na conformação dos objetivos de todas as operações. O propósito fundamental de operações é criar bens e serviços de tal forma a atingir as necessidades dos consumidores. O que os consumidores acham importante, portanto, a operação também deveria olhar como importante. Se os consumidores para um particular produto ou serviço preferem preços baixos a ampla gama, então a operação deveria dedicar mais energia em reduzir seus custos do que em aumentar a flexibilidade, que lhe possibilitaria proporcionar uma faixa mais larga de produtos ou serviços. As necessidades e preferências dos consumidores definem a *importância* dentro da operação.

O papel dos concorrentes é diferente do dos consumidores. Os concorrentes são pontos de comparação em relação aos quais a operação pode julgar seu desempenho. Do ponto de vista competitivo, à medida que as operações melhoram o seu desempenho, o desempenho que mais interessa é o que leva a operação a passar os níveis de desempenho atingidos por seus concorrentes. O papel dos concorrentes, então, é a determinação do nível de *desempenho* a ser atingido.

Tanto a importância como o desempenho precisam ser considerados em conjunto antes que qualquer julgamento possa ser feito quanto às prioridades relativas para melhoramentos. Somente porque algo é particularmente importante para seus consumidores não significa que necessariamente uma operação deveria dar-lhe imediata prioridade para melhoramento. Pode ser que a operação já seja consideravelmente melhor do que seus concorrentes no servir os consumidores nesse aspecto. De maneira

similar, somente porque uma operação não é muito boa em algo, quando comparada com o desempenho de seus concorrentes, não necessariamente significa que ela deveria imediatamente ser melhorada. Os consumidores podem não valorizar particularmente esse aspecto de desempenho. Tanto importância como desempenho precisam ser vistos juntos para julgar a priorização de objetivos.

Julgando a importância para consumidores

No Capítulo 3 introduzimos a idéia de *fatores competitivos ganhadores de pedidos, qualificadores e menos importantes*.

Fatores competitivos ganhadores de pedidos são aqueles que diretamente ganham negócios adicionais para a operação. Eles são a principal razão pela qual os consumidores escolhem comprar o produto ou serviço. Se a operação melhora seu desempenho em fatores competitivos ganhadores de pedidos, ela vai ou ganhar mais negócios ou aumentar as chances de ganhar mais negócios.

Fatores competitivos qualificadores são aqueles que podem não ganhar negócios extras se a operação melhora seu desempenho, mas pode certamente perder negócios se o desempenho cai abaixo de um ponto particular, conhecido como nível de qualificação. Se o desempenho de uma companhia está abaixo do nível de qualificação, é improvável que ela ganhe pedidos. Todavia, uma vez acima do nível de qualificação, é improvável que um melhor desempenho nos critérios qualificadores por si só garanta que ganhe pedidos.

Fatores competitivos menos importantes, como o nome implica, são aqueles relativamente não importantes, comparados com outros. Os consumidores de fato raramente os consideram quando tomam decisões de aquisição.

Na prática, para julgar a importância relativa de seus fatores competitivos, uma operação vai usualmente precisar utilizar uma escala mais discriminante. Uma forma de fazer isso é tomar as três categorias de fatores competitivos – ganhadores de pedidos, qualificadores e menos importantes – e dividir cada categoria em três, representando posições forte, média e fraca. A Figura 18.5 ilustra tal escala.

Ganhador de pedidos	Forte	1 Proporciona uma vantagem crucial
	Médio	2 Proporciona uma vantagem importante
	Fraco	3 Proporciona uma vantagem útil
Qualificador	Forte	4 Precisa estar dentro do bom padrão da indústria
	Médio	5 Precisa estar dentro do médio padrão da indústria
	Fraco	6 Precisa estar a pouca distância atrás do resto da indústria
Menos importante	Forte	7 Não usualmente de importância, mas pode tornar-se importante
	Médio	8 Muito raramente considerado por consumidores
	Fraco	9 Nunca considerado por consumidores

Figura 18.5 Uma escala de nove pontos de importância.

Vamos ilustrar isso e passos subsequentes no procedimento de priorização de melhoramento seguindo um exemplo passo a passo.

Exemplo: EXL Laboratories

A EXL Laboratories é subsidiária de grande organização produtiva de produtos eletrônicos de defesa, que executa contratos de pesquisa e desenvolvimento e solução de problemas técnicos para ampla gama de empresas. Apesar de grande número de seus consumidores ser empresas do mesmo grupo, ela opera como um centro de lucro e cobra preços comerciais para as pesquisas que faz. Ela está particularmente interessada em melhorar o nível dos serviços que oferece a seus consumidores. Como primeiro estágio do seu processo de melhoramento, ela teve discussões com todos seus mais importantes consumidores e, baseada nessas discussões, ela idealizou uma lista dos aspectos mais importantes dos seus serviços.

- *A qualidade de suas soluções técnicas.* Isso significa a adequabilidade percebida dos resultados de seus projetos de pesquisa e desenvolvimento.
- *A qualidade de suas comunicações com consumidores.* Isso significa a freqüência e a utilidade da informação que ela dá a seus consumidores enquanto está executando o desenvolvimento.
- *A qualidade da documentação pós-projeto.* Isso significa a adequabilidade e utilidade das instruções e documentações que ela entrega aos consumidores com os resultados finais da investigação.
- *A velocidade de entrega de suas investigações.* Isso significa o tempo entre um consumidor requerer que uma investigação seja feita e a entrega dos resultados finais.
- *A confiabilidade de entrega das investigações.* Isso significa a habilidade do laboratório de estimar com precisão a data em que se completa o projeto final e a entrega nessa data.
- *A flexibilidade de entrega com que ela conduz investigação.* Isso significa a habilidade do laboratório de acelerar ou frear as investigações de modo a entregá-la na data de entrega revisada.
- *A flexibilidade de especificação da investigação.* Isso significa a habilidade de o laboratório mudar suas investigações para corresponder a requisitos revisados dos consumidores.
- *O preço da investigação.* Isso significa a quantia total de dinheiro cobrada do consumidor para executar a investigação.

Novamente, baseado em suas discussões com consumidores, o laboratório assinala um escore a cada um desses fatores na escala de 1 a 9, onde 1 significa que o fator é extremamente importante para o consumidor e 9 significa que não tem nenhuma importância (veja novamente a Figura 18.5).

A Figura 18.6 mostra como os gerentes do laboratório distribuíram os fatores. Isso representa o “perfil de importância” dos vários fatores no que se refere aos consumidores (como percebido pelos gerentes da EXL).

Importância para os consumidores

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Solução técnica	X								
Comunicações		X							
Documentação			X						
Velocidade de entrega				X					
Confiabilidade de entrega					X				
Flexibilidade de entrega						X			
Flexibilidade de especificação							X		
Preço							X		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Figura 18.6 Classificando a "importância para os consumidores" em uma escala de nove pontos.

Julgando o desempenho em relação aos concorrentes

Em sua maior simplicidade, um padrão de desempenho competitivo consistiria meramente em julgar se o desempenho atingido por uma operação é melhor, igual ou pior do que aquele de seus concorrentes. Todavia, de forma muito parecida com a escala de nove pontos que foi derivada, podemos derivar uma escala de nove pontos de desempenho mais discriminativa, como mostrado na Figura 18.7.

Melhor que os concorrentes	Forte 1 Consideravelmente melhor do que os concorrentes Médio 2 Claramente melhor do que os concorrentes Fraco 3 Marginalmente melhor do que os concorrentes
Igual ao dos concorrentes	Forte 4 Algumas vezes marginalmente melhor do que os concorrentes Médio 5 Mais ou menos igual à maioria de seus concorrentes Fraco 6 Levemente abaixo da média da maioria
Pior do que os concorrentes	Forte 7 Usualmente marginalmente pior do que a maioria dos concorrentes Médio 8 Usualmente pior do que os concorrentes Fraco 9 Consistentemente pior do que os concorrentes

Figura 18.7 Uma escala de nove pontos de desempenho.

Exemplo - Laboratórios EXL (continuação)

A administração da EXL voltou sua atenção para julgar o desempenho dos laboratórios usando os mesmos fatores que ela havia identificado como sendo de relevância para seus clientes. Apesar de eles não terem conseguido julgar quanto bons eram todos seus concorrentes em cada aspecto de desempenho, eles fizeram algumas estimativas iniciais. Estas são mostradas na Figura 18.8.

Desempenho em relação aos concorrentes

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Solução técnica	X								
Comunicações		X							
Documentação			X						
Velocidade de entrega				X					
Confiabilidade de entrega					X				
Flexibilidade de entrega						X			
Flexibilidade de especificação							X		
Preço								X	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Figura 18.8 Classificação do "desempenho em relação aos concorrentes" na escala de nove pontos.

Matriz importância-desempenho

A prioridade para melhoramento que deveria ser dada a cada fator competitivo pode ser avaliada a partir de sua importância e de seu desempenho. Isso pode ser mostrado em uma matriz importância-desempenho que, como o nome implica, posiciona cada fator competitivo de acordo com seus escores ou classificações nesses critérios. A Figura 18.9 mostra uma matriz importância-desempenho dividida em zonas de prioridade de melhoramento.

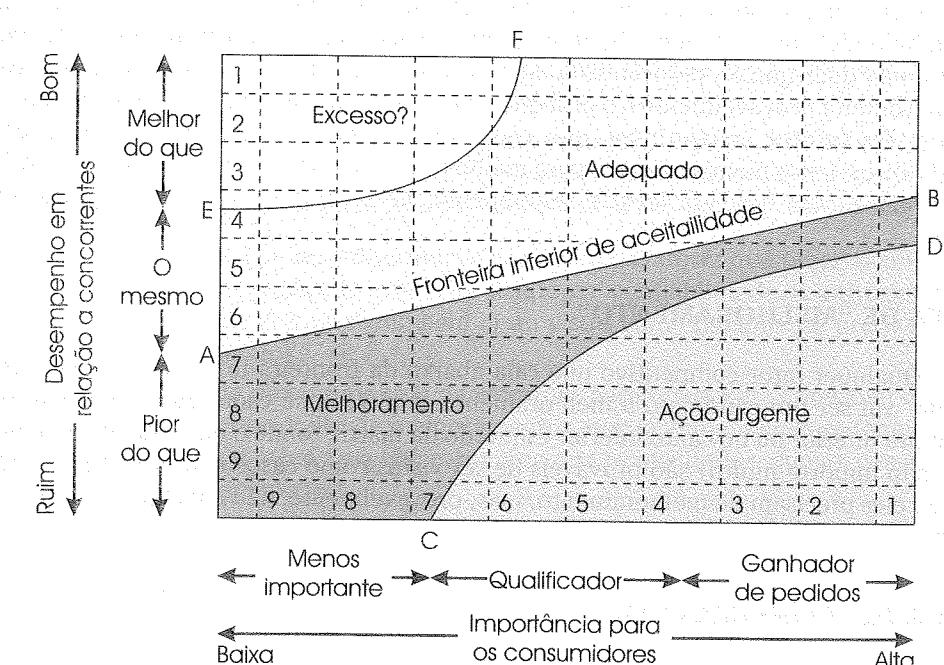


Figura 18.9 Zonas de prioridade na matriz importância-desempenho.

A primeira fronteira é a “fronteira inferior de aceitabilidade” mostrada como a linha AB na Figura 18.9. Esta é a fronteira entre desempenho aceitável e inaceitável. Quando um fator competitivo é classificado como relativamente não importante (8 ou 9 na escala de importância), essa fronteira vai ser, na prática, baixa. A maioria das operações está preparada para tolerar níveis de desempenho que estão “na mesma faixa” de seus concorrentes (mesmo que no extremo inferior de classificação), para fatores competitivos não importantes. Elas somente começam a se preocupar quando os níveis de desempenho são claramente abaixo daqueles da concorrência. Inversamente, quando julgando fatores competitivos que são classificados de maneira alta (1 ou 2 na escala de importância), elas vão ser acentuadamente mais prejudiciais se tiverem níveis de mau desempenho ou medíocre. Os níveis mínimos de aceitabilidade para esses fatores competitivos estarão usualmente no extremo inferior da classe “melhor do que os concorrentes”. Abaixo desta fronteira mínima de aceitabilidade (AB) existe claramente uma necessidade de melhoramento, acima desta linha não existe urgência imediata de qualquer melhoramento. Todavia, nem todos os fatores competitivos que caem abaixo da linha mínima serão vistos como tendo o mesmo grau de prioridade de melhoramento. Uma fronteira, aproximadamente representada pela linha CD, representa uma distinção entre a zona de prioridade urgente e a zona de melhoramento menos urgente. De maneira semelhante, acima da linha AB, nem todos os fatores competitivos são vistos como tendo a mesma prioridade. A linha EF pode ser vista como uma fronteira aproximada entre níveis de desempenho que são vistos como “bom” ou “adequado” de um lado, e aqueles vistos como “bons demais” ou “excessivos” de outro. Separar a matriz desta forma resulta em quatro zonas de implicam prioridades muito diferentes.

ZONA “ADEQUADA”

Esta zona é separada em sua margem inferior pela “fronteira inferior de aceitabilidade”, que é o nível de desempenho abaixo do qual a companhia, a médio prazo, não quer que a operação caia. Mover o desempenho para cima ou para baixo desta fronteira provavelmente é o primeiro objetivo de qualquer programa de melhoramento. Os fatores competitivos que caem nesta área deveriam ser considerados satisfatórios, pelos menos no curto para médio prazo. A longo prazo, todavia, a maioria das organizações desejará levar o desempenho no sentido da fronteira superior da zona.

ZONA DE “MELHORAMENTO”

Qualquer fator competitivo que caia abaixo da fronteira inferior da zona “adequada” vai ser um candidato a melhoramento. Aqueles que caem ou logo abaixo da fronteira inferior ou no canto inferior esquerdo da matriz (onde o desempenho é pobre mas não importa muito) são prováveis de ser vistos como casos não urgentes. Certamente eles precisam de melhoramento, mas, provavelmente, não como prioridade primeira.

ZONA DE “AÇÃO URGENTE”

Mais crítico será qualquer fator competitivo que caia na zona de “ação urgente”. 456 Esses são aspectos de desempenho da operação onde o atingimento é tão abaixo do que

deveria ser, dada sua importância para o consumidor, que negócios provavelmente estão sendo perdidos como resultado disso. Os objetivos de curto prazo devem ser, portanto, levantar o desempenho de qualquer fator competitivo que caia nesta zona, pelo menos, até a zona de “melhoramento”. A médio prazo eles precisariam ser melhorados além da fronteira inferior da zona “adequada”.

ZONA “EXCESSIVA?”

O ponto de interrogação é importante. Se qualquer fator competitivo cai nesta área, seu desempenho atingido é muito maior do que pareceria necessário ser garantido. Isso não significa, necessariamente, que recursos demais estão sendo usados para atingir tal nível, mas pode ser que sim. Portanto, é sensato checar se algum recurso que está sendo usado para atingir esse desempenho poderia ser desviado para um fator mais necessário – qualquer um que caia na área de “ação urgente”, por exemplo.

Exemplo – EXL Laboratories (continuação)

O laboratório colocou as classificações de importância e de desempenho em uma matriz importância-desempenho. Isso é mostrado na Figura 18.10. Ela mostra que o mais importante fator competitivo – a habilidade de entregar ótimas soluções técnicas a seus consumidores – cai confortavelmente dentro da zona adequada. A flexibilidade de especificação e a flexibilidade de entregas também estão na zona adequada, apesar de mais precariamente. Tanto velocidade de entregas como confiabilidade de entregas parecem precisar de melhoramento, já que ambas estão abaixo do nível mínimo de aceitabilidade para suas respectivas posições de importância. Todavia, dois fatores competitivos, comunicação e custo/preço, estão claramente precisando de melhoramentos imediatos. Se as expectativas dos gerentes em relação às suas classificações de importância e desempenho são realísticas, ambos poderiam estar fazendo o laboratório perder negócios. A esses dois fatores, portanto, deveriam ser destinadas as mais urgentes prioridades de melhoramento. A matriz também indicou que a documentação da companhia poderia ser vista como “boa demais”.

A matriz não revelou nenhuma surpresa total para o pessoal do laboratório. Os fatores competitivos “comunicações” e “custo/preço” eram conhecidos como precisando de melhoramento. Todavia, o exercício foi considerado útil por duas razões:

- Ele de fato ajudou a discriminar entre muitos fatores que precisavam de melhoramento. Antes do exercício, os fatores “confiabilidade de entregas” e “velocidade de entregas” também eram vistos como igualmente precisando de melhoramentos.
- O exercício deu direção e uma estrutura para um debate antes mal definido sobre as prioridades de melhoramentos, que já vinha há algum tempo. Foi o processo de fazer o exercício, mais do que os resultados, que foi considerado particularmente útil.

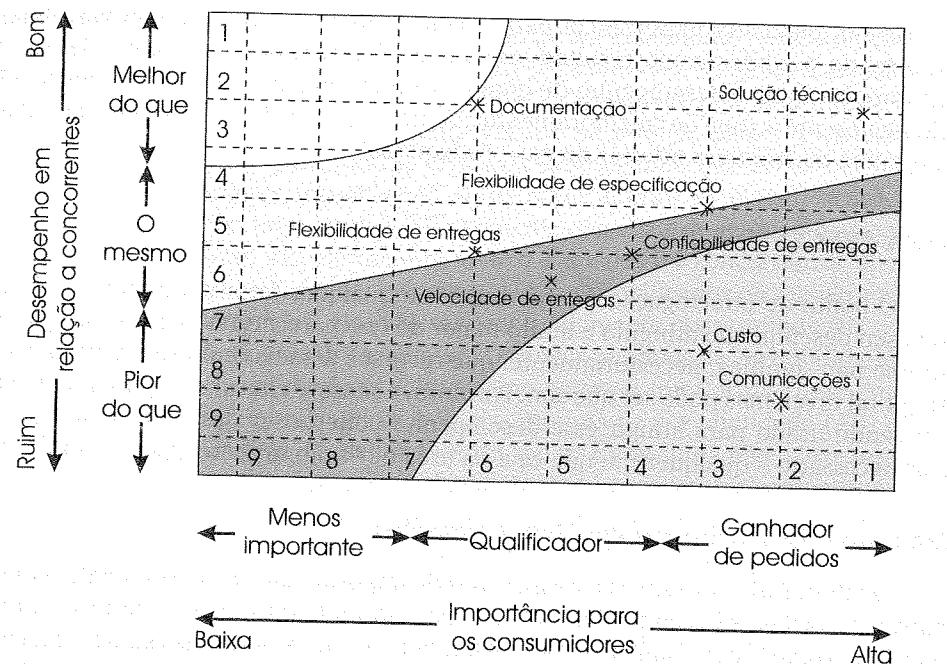


Figura 18.10 A matriz importância-desempenho para os Laboratórios EXL.

Abordagens de melhoramentos

Uma vez que a prioridade de melhoramento tenha sido determinada, uma operação precisa considerar a abordagem ou estratégia que ela deseja para levar avante o processo de melhoramento. Duas particulares estratégias representam filosofias diferentes e, em alguma medida, opostas. Essas duas estratégias são *melhoramento revolucionário* e *melhoramento contínuo*.

Melhoramento revolucionário

O melhoramento revolucionário (ou melhoramento baseado em “inovação”, como algumas vezes é chamado) presume que o principal veículo para melhoramento é uma mudança grande e dramática na forma como a operação trabalha. Por exemplo, a introdução de uma máquina nova, mais eficiente, na fábrica, ou o total reprojeto de um sistema computadorizado de reservas de hotel, ou a introdução de um programa de graduação novo e melhor em uma universidade, são todos exemplos de melhoramento revolucionário. O impacto desses melhoramentos é relativamente repentino, abrupto e representa um degrau de mudança na prática (e, espera-se, de desempenho). Esses melhoramentos são raramente baratos, usualmente demandando grandes investimentos de capital, com freqüência interrompendo ou perturbando os trabalhos em curso na operação, e freqüentemente envolvendo mudanças nos produtos/serviços ou na tecnologia do processo. A Figura 18.11 ilustra o padrão de desempenho com diversos melhoramentos revolucionários.

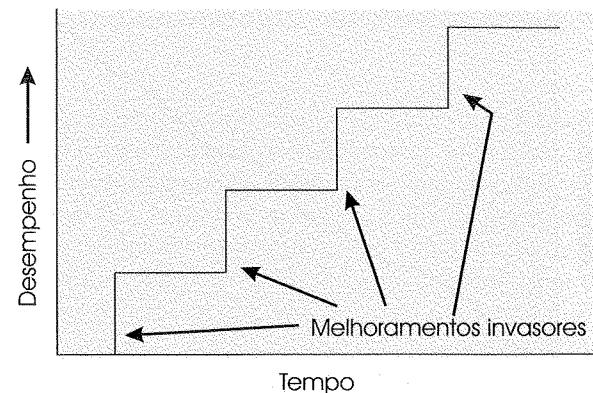


Figura 18.11 O padrão de melhoramento de desempenho pretendido com melhoramentos revolucionários.

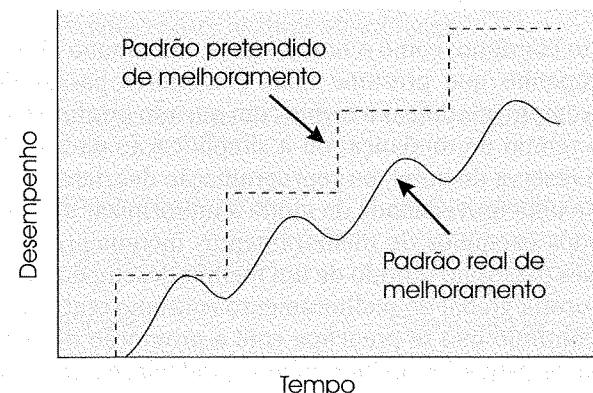


Figura 18.12 O padrão pretendido e real de melhoramento de desempenho com melhoramento revolucionário.

Uma crítica à abordagem de melhoramento revolucionário é que esses grandes melhoramentos são, na prática, difíceis de fazer rapidamente e impossíveis de realizar instantaneamente, como implícito na Figura 18.11. A seguinte experiência relatada pelo professor Arnoud De Meyer é típica.⁶

“Eu estive envolvido uma vez no início de funcionamento de uma nova instalação de uma fábrica petroquímica. Esse é obviamente um grande passo. Assim que o equipamento foi ligado, funcionou por apenas uma fração de segundo. Com muito trabalho, energia e dedicação, os engenheiros e os operários tiveram sucesso, depois de cerca de seis meses, no atingimento de 99% de utilização de capacidade. Uma vez completo o período inicial, todavia, a dedicação e a energia voltaram ao nível normal e a utilização de capacidade caiu ligeiramente.”

O padrão de melhoramento ilustrado na Figura 18.12 é encarado por alguns como sendo mais representativo do que realmente ocorre quando a operação produtiva conta apenas com a abordagem de melhoramentos revolucionários.

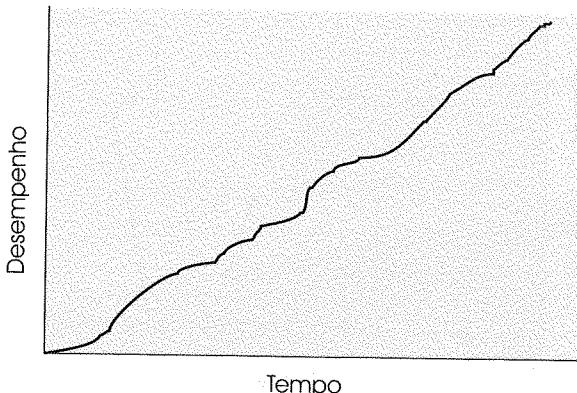


Figura 18.13 O padrão de melhoramento de desempenho com melhoramentos contínuos.

Melhoramento contínuo

Melhoramento contínuo, como o nome indica, adota uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais e menores passos de melhoramento incremental. Por exemplo, modificar a forma com que um produto é fixo a uma máquina, para reduzir o tempo de mudança, ou a simplificação da seqüência de questões quando se faz uma reserva de hotel, ou reprogramação das datas de entrega de trabalhos de um curso de uma universidade de modo a uniformizar a carga de trabalho dos estudantes, são todos exemplos de melhoramentos incrementais. Já que não existe garantia de que esses passos no sentido de um melhor desempenho serão seguidos por outros passos, a filosofia global do melhoramento contínuo tenta garantir que haverá. O melhoramento contínuo não se preocupa com a promoção dos pequenos melhoramentos *por si*. Ele vê os pequenos melhoramentos, todavia, como tendo uma vantagem significativa sobre os grandes – eles podem ser seguidos de uma forma relativamente indolor por outros pequenos melhoramentos (veja Figura 18.13).

O melhoramento contínuo também é conhecido como *kaizen*. Kaizen é uma palavra japonesa, cuja definição é dada por Masaaki Imai⁷ (que foi um dos principaisponentes do melhoramento contínuo) como segue:

"Kaizen significa melhoramento. Mais: significa melhoramento na vida pessoal, na vida doméstica, na vida social, e na vida de trabalho. Quando aplicada para o local de trabalho, kaizen significa melhoramentos contínuos envolvendo todo mundo – administradores e trabalhadores igualmente."

No melhoramento contínuo não é o tamanho de cada passo que é importante. Mais do que isso, é a probabilidade de que o melhoramento vai continuar. Não é a taxa de melhoramento que é importante no melhoramento contínuo, é o *momentum* de melhoramento. Não importa se melhoramentos sucessivos são pequenos, o que de fato importa é que todo mês (ou semana, ou trimestre, ou qualquer que seja o período adequado) algum melhoramento tenha de fato acontecido.

Diferenças entre melhoramento revolucionário e melhoramento contínuo

O melhoramento revolucionário dá grande valor para soluções criativas. Ele incentiva o pensamento livre e a iniciativa individual. É uma filosofia radical na medida em que alimenta uma abordagem de melhoramento, que de fato não aceita muitas limitações no que é possível. "Começar com uma folha de papel em branco", voltar aos princípios básicos", e "repensar completamente o sistema" são todos típicos princípios do melhoramento revolucionário. O melhoramento contínuo, por outro lado, é menos ambicioso, pelo menos a curto prazo. Ele favorece a adaptabilidade, o trabalho em grupo e a atenção a detalhes. Ele não é radical; antes é construído da experiência acumulada dentro da operação em si, com freqüência confiando nas pessoas que operam o sistema para melhorá-lo. Uma analogia que ajuda a entender a diferença é a corrida de curta distância e a maratona. O melhoramento revolucionário é uma série de corridas rasas explosivas e impressionantes. O melhoramento contínuo, como a corrida de maratona, não requer a especialidade e a proeza que requer a corrida rasa, mas requer que o corredor (ou gerente de produção) mantenha-se correndo. A Tabela 18.2 lista algumas diferenças entre as duas abordagens.

Tabela 18.2 Algumas características de melhoramento contínuo e revolucionário (baseado em Imai*).

	Melhoramento revolucionário	Melhoramento contínuo
Efeito	Curto prazo mas dramático	Longo prazo de longa duração, mas não dramático
Passo	Passos grandes	Passos pequenos
Armação de tempo	Intermitente e não incremental	Contínuo e incremental
Mudança	Abrupta e volátil	Gradual e constante
Envolvimento	Seleciona alguns "campeões"	Todos
Abordagem	Individualismo, idéias e esforços individuais	Coletivismo, esforços de grupo e abordagem de sistemas
Estímulos	Inovação tecnológica, novas invenções, novas teorias	Know-how tradicional e estado da arte
Riscos	Concentrados, "todos os ovos em uma cesta"	Dispersos, muitos projetos simultaneamente
Requisitos práticos	Requer grande investimento, mas pequeno esforço para mantê-lo	Requer pequeno investimento, mas grande esforço para mantê-lo
Orientação de esforços	Tecnologia	Pessoas
Critérios de avaliação	Resultados por lucro	Processo e esforços por melhores resultados

* IMAI, M. Op. cit.

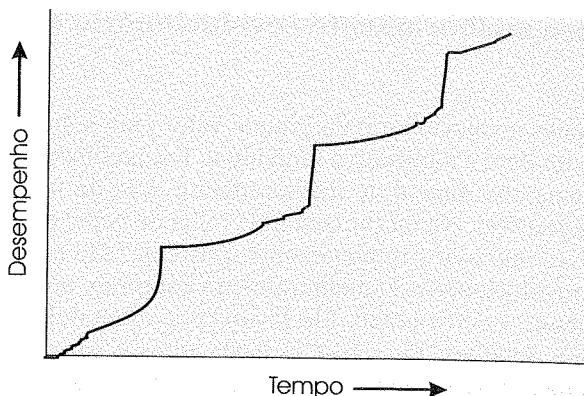
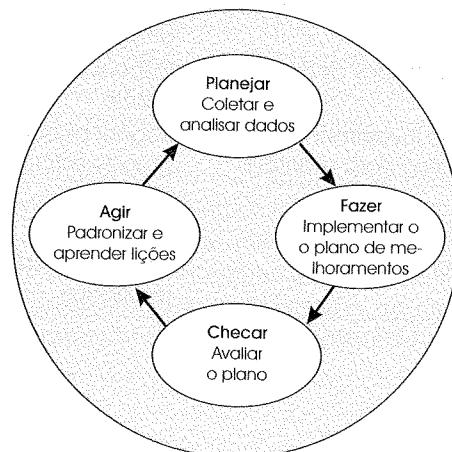


Figura 18.14 O padrão de melhoramento de desempenho com melhoramento contínuo sobreposto a melhoramento revolucionário.

Não obstante as diferenças das duas abordagens, é possível combinar as duas, desde que em momentos diferentes. Melhoramentos grandes e dramáticos podem ser implementados se e quando eles pareçam significar passos de melhoramentos significativos, mas entre essas ocasiões a operação pode continuar fazendo seus melhoramentos *kaizen* discretos e menos espetaculares (veja Figura 18.14).

Ciclo PDCA (planejar, fazer, checar, agir)

O conceito de melhoramento contínuo implica literalmente um processo sem fim, questionando repetidamente e questionando os trabalhos detalhados de uma operação. A natureza repetida e cíclica do melhoramento contínuo é mais bem resumida pelo que é chamado ciclo PDCA (ou roda de Deming – assim chamado em homenagem ao famoso “guru” de qualidade, W. E. Deming (veja Capítulo 20)). O PDCA é a seqüência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar atividades (veja Figura 18.15).



462 Figura 18.15 O ciclo PDCA.

O ciclo começa com o estágio P (de planejar), que envolve o exame do atual método ou da área problema sendo estudada. Isso envolve coletar e analisar dados de modo a formular um plano de ação que se pretende, melhore o desempenho. (A seção seguinte deste capítulo explica algumas das técnicas que podem ser usadas para coletar e analisar dados neste estágio.) Uma vez que o plano de melhoramento tenha sido concordado, o próximo estágio é o estágio D (de *do*, fazer). Este é o estágio de implementação durante o qual o plano é tentado na operação. Este estágio pode em si envolver um miniciclo PDCA para resolver os problemas de implementação. A seguir vem o estágio C (de checar), em que a solução nova implementada é avaliada, para ver se resultou no melhoramento de desempenho esperado. Finalmente, pelo menos para este ciclo, vem o estágio A (de agir). Durante este estágio a mudança é consolidada ou padronizada, se foi bem-sucedida. Alternativamente, se a mudança não foi bem-sucedida, as lições aprendidas da “tentativa” são formalizadas antes que o ciclo comece novamente.

O último ponto sobre o ciclo PDCA é o mais importante – o ciclo começa de novo. Somente aceitando isso numa filosofia de melhoramento contínuo é que o ciclo PDCA literalmente nunca pára, aquele melhoramento torna-se parte do trabalho de cada pessoa (veja Figura 18.16).

Abordagem da reengenharia do processo de negócios

Típico da forma radical “revolucionária” de atacar melhoramentos é a abordagem da reengenharia do processo de negócios (BPR – *business process re-engineering*). O BPR é uma mistura de idéias que foram correntes no gerenciamento de produção por algum tempo. Os conceitos *just in time*, os fluxogramas de processos, o exame crítico no estudo de método, o gerenciamento de rede de operações e as operações focalizadas no consumidor, todos contribuem para o conceito BPR. Foi o desenvolvimento do potencial das tecnologias de informação possibilitando o reprojeto fundamental de processos, todavia, que atuou como catalisador na junção dessas idéias. O BPR foi definido como:

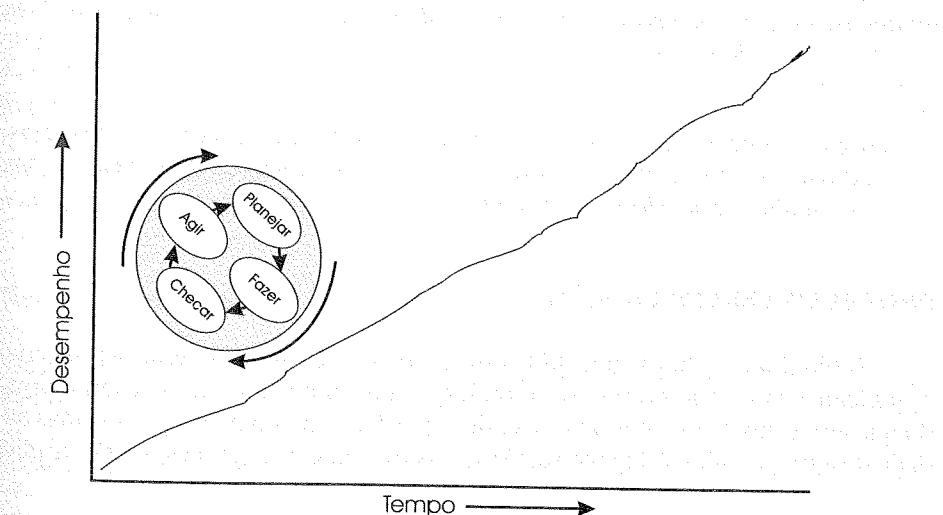


Figura 18.16 O ciclo PDCA é a base do melhoramento contínuo.

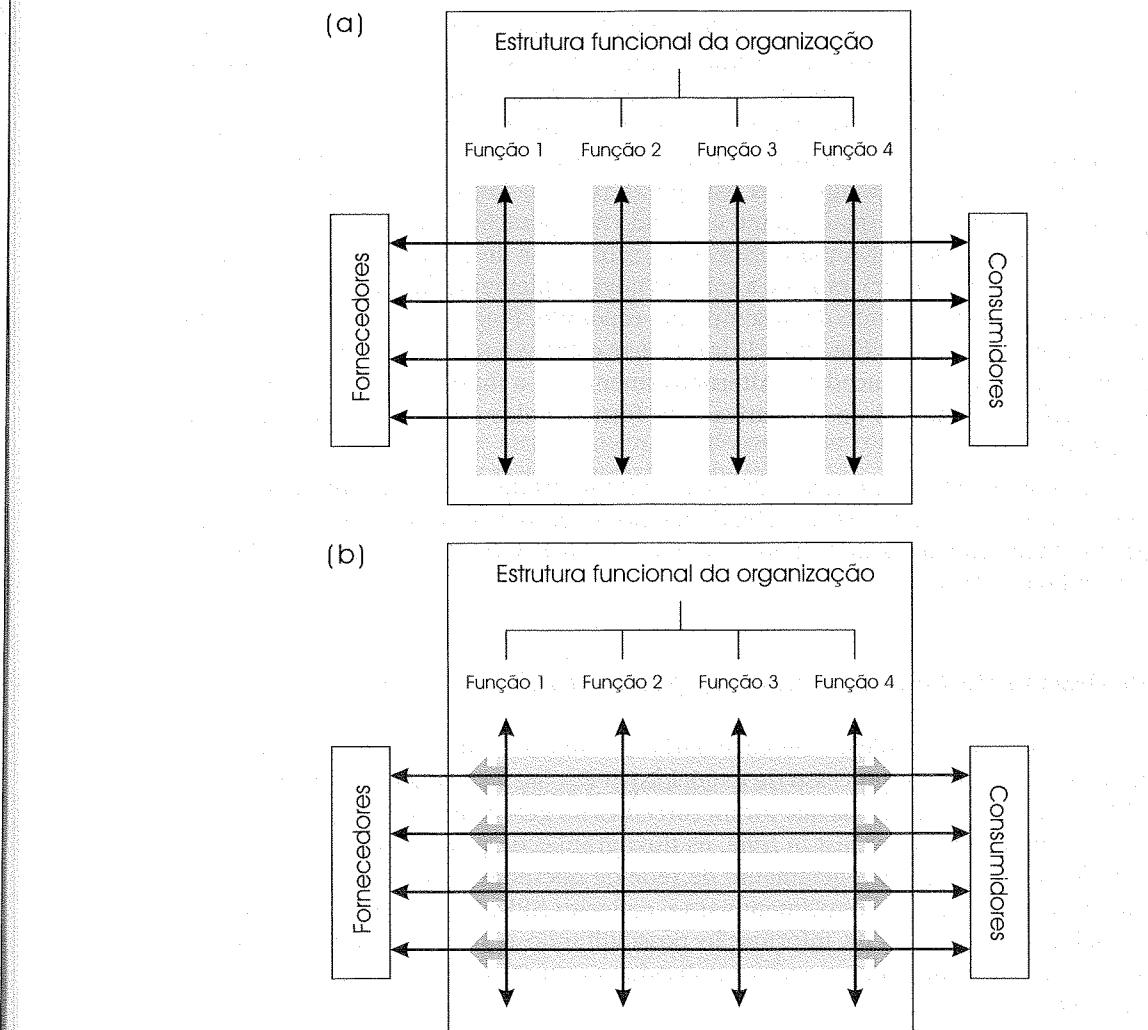


Figura 18.17 (a) uma organização organizada por função, (b) uma organização organizada por processo.

o repensamento fundamental e o reprojeto radical do processo de negócios, para atingir melhoramentos dramáticos em medidas críticas de desempenho, como custos, qualidade, serviços e velocidade.⁸

PROCESSO VERSUS FUNÇÃO

Subliminar à abordagem BPR está a crença de que as operações deveriam ser organizadas em torno do processo total, que adiciona valor para consumidores, mais do que em torno de funções ou atividades, que desempenham as várias etapas da atividade de agregar valor. A Figura 18.17(a) mostra como as organizações são tradicional-

mente organizadas em torno de cada função especializada. O BPR defende a reorganização em torno dos processos em si, como na Figura 18.17(b).

PRINCÍPIOS DO BPR

Mesmo que o BPR não seja uma idéia inteiramente original, pode ser visto como uma coleção útil de princípios que incorporam a abordagem revolucionária. Os principais princípios do BPR foram resumidos como segue.⁹

- Repensar os processos de negócios de maneira a cruzar barreiras entre funções, que organiza o trabalho em torno do fluxo natural de informação (ou de materiais, ou de consumidores). Isso significa organizar-se em torno das saídas de um processo em vez de em torno das tarefas que ocorrem nela.
- Lutar por melhoramentos de desempenho dramáticos, através de repensar radicalmente e reprojetar o processo.
- Fazer com que aqueles que usam as saídas de um processo desempenhem o processo. Checar para ver se todos os consumidores internos podem ser seus próprios fornecedores, em vez de depender de outra função nos negócios para lhes fornecer (que toma mais longas e separadas as etapas do processo).
- Colocar pontos de decisão onde o trabalho é desenvolvido. Não separar aqueles que fazem o trabalho daqueles que controlam e gerenciam o trabalho. O controle e a ação são somente mais um tipo de relação consumidor-fornecedor que pode ser fundida.

Técnicas de melhoramento¹⁰

Todas as técnicas descritas neste livro podem ser vistas como técnicas de “melhoramento”, à medida que elas tentam melhorar algum aspecto do desempenho de uma operação. Algumas técnicas são particularmente úteis para melhorar operações genericamente. Por exemplo, controle de processo estatístico (SPC – *statistical process control*), no Capítulo 17, e análise de efeito e modo de falha (FMEA – *failure mode and effect analysis*), no Capítulo 19, poderiam ser usadas para quase qualquer tipo de projeto de melhoramento. No restante deste capítulo selecionamos algumas técnicas que ou não foram descritas em outro lugar, ou precisam ser reintroduzidas em seu papel de ajudar o melhoramento de operações particularmente. Por exemplo, fluxogramas foram usados no Capítulo 5 como uma técnica de projeto – mais tarde vamos usar essencialmente a mesma técnica para gerar melhoramentos nas operações existentes.

Análise entrada-saída

Desde o Capítulo 1 reforçamos que cada departamento, seção, local ou divisão de qualquer operação está envolvido no processamento de entradas para produzir saídas.

-
9. HAMMER, M. Reengineering work: don't automate obliterate. *Harvard Business Review*, July/Aug. 1990.
 10. Toda esta seção deste capítulo é adaptada de COOKE, S., SLACK, N. *Making management decisions*. 2. ed. Prentice-Hall, 1991.

Um pré-requisito para entender qualquer oportunidade para melhoramento é entender o contexto em que a operação entrada-processo-saída está estabelecida.

Três tarefas estão envolvidas na formulação do modelo entrada-saída:

1. identificar as entradas e saídas do processo;
2. identificar as fontes de entradas e as destinações das saídas;
3. esclarecer os requisitos dos consumidores internos, que são servidos pelos *outputs* do processo, e esclarecer que requisitos o processo tem para os fornecedores que suprem o processo de *inputs*.

Novamente vamos ilustrar técnicas usando uma mesma operação como a base para sua aplicação.

Fluxogramas

Os diagramas de entrada-saída dão uma visão geral útil do contexto do processo de oportunidades de melhoramentos. Uma técnica mais detalhada é o fluxograma. O fluxograma dá uma compreensão detalhada das partes do processo onde algum tipo de fluxo ocorre. Eles foram brevemente descritos no Capítulo 5, no contexto de projeto de novos produtos e serviços, mas eles têm uma aplicabilidade muito mais ampla. Eles registram estágios na passagem de informação, produtos, trabalho ou consumidores – de fato, qualquer coisa que flua através da operação. Eles fazem isso solicitando que os tomadores de decisão identifiquem cada estágio no fluxo do processo como:

- uma *ação* de algum tipo – registrada em um retângulo; ou
- uma *questão/decisão* – registrada em um losango.

O propósito disto é garantir que todos os diferentes estágios nos processos de fluxo estão incluídos no processo de melhoramento e que todos esses estágios estão em alguma forma de seqüência lógica. O ato de registrar cada estágio do processo rapidamente faz aflorar fluxos pobemente organizados. A técnica também pode tornar claras oportunidades de melhoramentos e esclarecer a mecânica interna ou a forma de trabalhar de uma operação. Finalmente, e provavelmente o mais importante, o fluxograma destaca áreas problemas onde não existe nenhum procedimento para lidar com um conjunto particular de circunstâncias.

Diagramas de relacionamento

Os diagramas de relacionamento são um método rápido e simples de identificar se parece haver uma conexão entre dois conjuntos de dados: por exemplo, o momento que você sai para o trabalho toda manhã e quanto tempo leva o trajeto. Colocando cada tempo de percurso em um gráfico, que tem o momento de partida em um eixo e o tempo de percurso em outro, poderia dar-nos uma indicação se o momento de saída e o tempo de percurso estão relacionados, e, se estão, como. A Figura 18.19 mostra o gráfico do percurso de uma pessoa. Ele parece mostrar (a) há um relacionamento entre os dois conjuntos de dados; (b) que os tempos maiores de percurso ocorreram entre 8h15 e 8h22; e (c) que o tempo de percurso é menos previsível entre 8h15 e 8h30 da manhã.

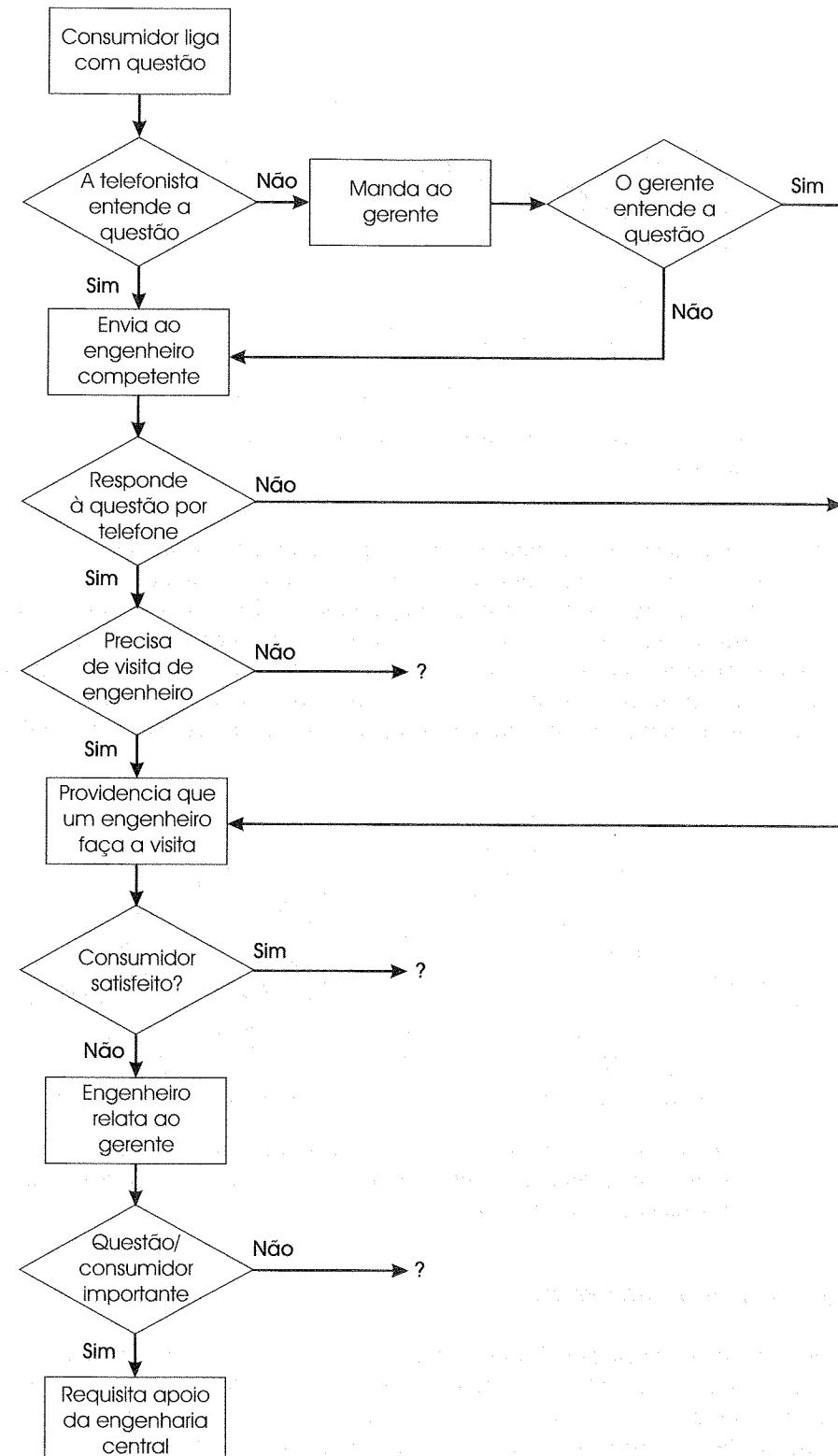


Figura 18.18 Fluxograma para questões de consumidor.

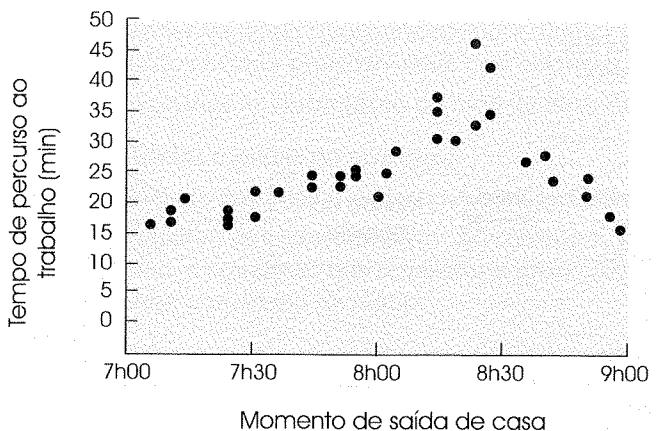


Figura 18.19 Diagrama de relacionamento para tempo de percurso contra momento de partida.

Os diagramas de relacionamento podem ser tratados de uma maneira muito mais sofisticada, através da quantificação de quanto forte é o relacionamento entre os conjuntos de dados. Mas, apesar de a abordagem poder ser sofisticada, este tipo de gráfico somente identifica a existência de um relacionamento, não necessariamente a existência de uma relação de causa e efeito. Se o diagrama de relacionamento mostra uma conexão muito forte entre conjuntos de dados, isso é uma importante evidência de uma relação de causa e efeito, mas não uma prova positiva. Poderia ser coincidência!

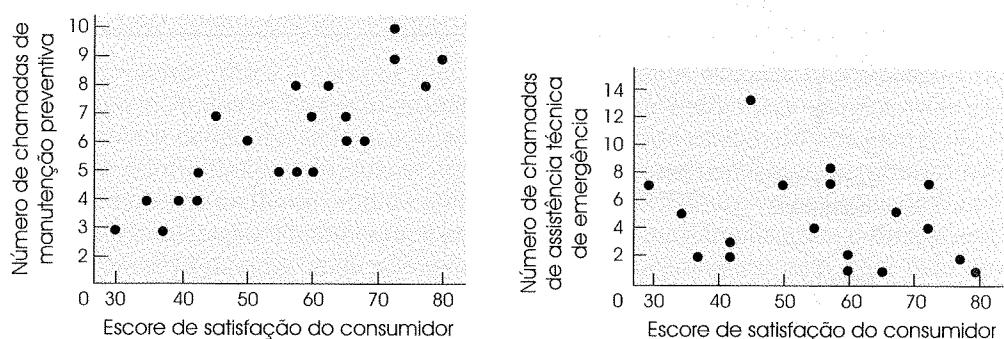


Figura 18.20 Diagramas de relacionamento para satisfação do consumidor versus (a) número de chamadas de manutenção preventiva e (b) número de chamadas de assistência técnica de emergência.

Diagramas de causa-efeito

Os diagramas de causa-efeito são um método particularmente efetivo de ajudar a pesquisar as raízes de problemas. Eles fazem isso levantando as mesmas questões: o que, onde, como e por que anteriores, mas desta vez acrescentando algumas “respostas” possíveis de uma forma explícita. Eles também podem ser usados para identificar áreas onde são necessários mais dados. Os diagramas de causa-efeito (que também são

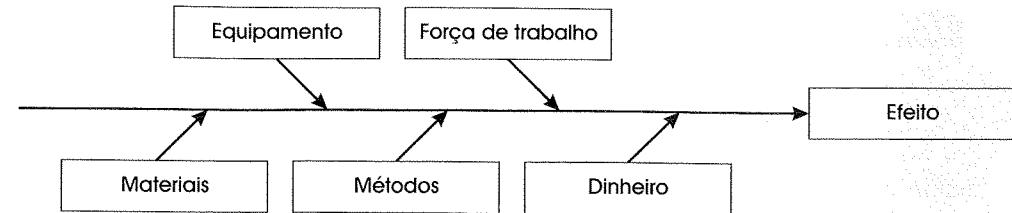


Figura 18.21 Diagrama de causa-efeito.

conhecidos como diagramas de “espinha de peixe” e “diagramas Ishikawa”) tornaram-se extensivamente usados em programas de melhoramentos. A Figura 18.21 mostra a forma geral do diagrama de causa-efeito.

O procedimento para se desenhar um diagrama de causa-efeito é o seguinte:

- Passo 1** Coloque o problema na caixa de “efeito”
- Passo 2** Identifique as principais categorias para causas possíveis do problema. Apesar de qualquer categorização poder ser usada para os ramos centrais do diagrama, há cinco categorias que são comumente usadas: equipamento, força de trabalho, materiais, métodos e procedimentos e dinheiro.
- Passo 3** Use a busca sistemática de fatos e discussão em grupos para gerar possíveis causas sob essas categorias. Qualquer coisa que possa resultar em um efeito que está sendo considerado deveria ser listada como causa potencial.
- Passo 4** Registre todas as causas potenciais no diagrama sob cada categoria, e discuta cada item para combinar e esclarecer as causas.

ALGUMAS DICAS NO USO DOS DIAGRAMAS DE CAUSA-EFEITO

- Use diagramas separados para cada problema. Não confunda a questão combinando problemas em um diagrama único.
- Assegure-se de que os diagramas estão visíveis a todos os envolvidos. Use grandes folhas de papel com muito espaço entre os itens.
- Não sobreponha diagramas. Use diagramas separados para cada categoria maior no diagrama de causa-efeito master se necessário.
- Esteja sempre preparado para retrabalhar, separar, refinar e mudar categorias.
- Tome cuidado para não usar declarações vagas como “possível falta de”. Antes descreva o que está acontecendo realmente, que demonstra as questões: por exemplo, “as pessoas não estão preenchendo os formulários adequadamente”.
- Circunde as causas que parecem particularmente significativas.

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMA NA HEWLETT-PACKARD¹¹

A Hewlett-Packard é orgulhosa de sua reputação de produtos e serviços de alta qualidade. Devido a isso estava especialmente preocupada com problemas que estava tendo com a devolução por seus consumidores de cartuchos de tóner defeituosos. Cerca de 2.000 destes estavam sendo devolvidos todos os meses. O grupo do Reino Unido suspeitou que nem todas as devoluções eram realmente resultado de um produto defeituoso, que é a razão pela qual o grupo decidiu investigar o problema. O diagrama de causa-efeito que eles geraram é mostrado na Figura 18.22.

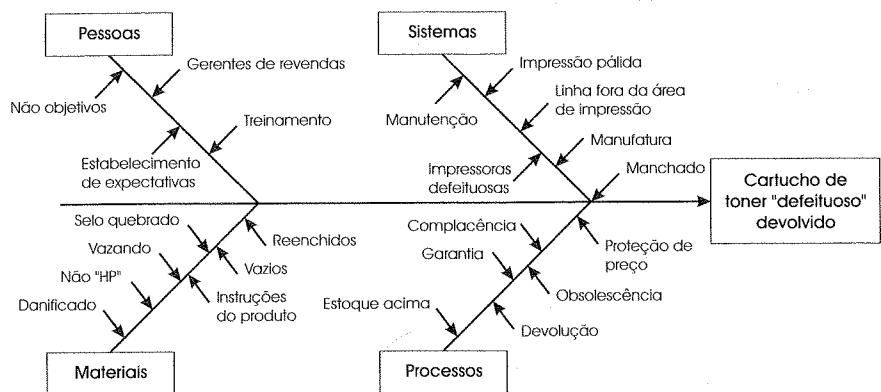


Figura 18.22 Diagrama de causa-efeito para análise de tóner da Hewlett-Packard.

Três grandes problemas foram identificados. Primeiro, alguns usuários não estavam familiarizados com a impressora ou não eram capazes de resolver seus problemas menores de impressão. Segundo, alguns dos vendedores não estavam alertas para como eliminar seus problemas menores. Terceiro, havia claramente algum abuso da política de devoluções com “nenhuma pergunta” da Hewlett-Packard. Cartuchos de tóner vazios estavam sendo enviados para companhias de reenchimento não autorizadas, que vendiam os cartuchos repreenchidos a preços reduzidos. Alguns cartuchos estavam sendo reenchidos mais de cinco vezes e estavam comprehensivelmente inutilizados. Além disso, o tóner nos cartuchos reenchidos não estava dentro dos altos padrões de qualidade da Hewlett-Packard. O grupo prosseguiu usando a seqüência PDCA de solução de problemas e fez sugestões que tornavam sua política de devoluções mais rigorosa, da mesma forma que melhoravam a forma pela qual os consumidores eram instruídos sobre como usar os produtos. Os resultados foram impressionantes. As reclamações em quase todas as áreas caíram a uma fração do que eram anteriormente.

11. KOWALSKI, E., WALLEY, P Employee receptivity to total quality. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 10, n^o 1, 1993.

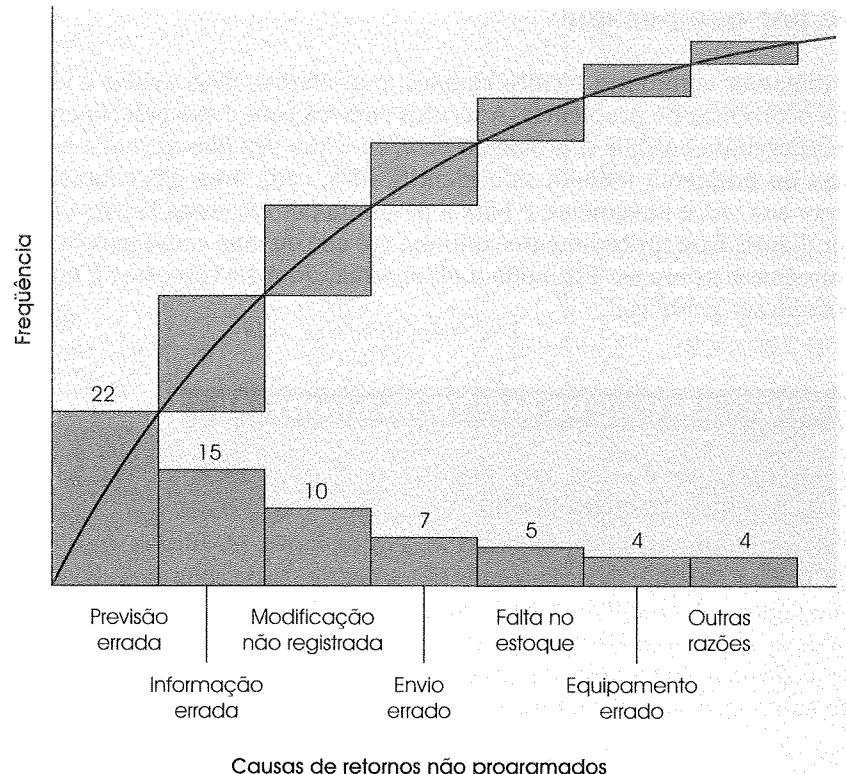


Figura 18.23 Diagrama de Pareto para causas de retornos não programados.

Diagramas de Pareto

Em qualquer processo de melhoramento, vale a pena distinguir entre o que é importante e o que é menos importante. O propósito do diagrama de Pareto, que foi introduzido no Capítulo 12, é distinguir as questões “poucas vitais” das “muitas triviais”. É uma técnica relativamente direta, que envolve classificar os itens de informação nos tipos de problemas ou causas de problemas por ordem de importância. Isso pode ser usado para destacar áreas onde investigações adicionais poderão ser úteis.

A análise de Pareto é baseada no fenômeno que ocorre freqüentemente de relativamente poucas causas explicarem a maioria dos defeitos. Por exemplo, provavelmente, a maioria das receitas de uma companhia venha de relativamente poucos consumidores da companhia. De maneira similar, relativamente poucos pacientes de um médico vão provavelmente tomar a maioria de seu tempo.

A freqüência relativa da ocorrência dessas causas é mostrada na Figura 18.23. Cerca de um terço de todos os retornos não programados era devido à primeira categoria, e mais da metade dos retornos era computada para a primeira e segunda categorias juntas. Foi decidido que os problemas poderiam mais bem ser atacados pela concentração em como obter mais informações para que o engenheiro fosse capaz de prognosticar as causas de falhas com precisão.

Análise por que-por que

Terminamos com outra técnica simples, mas efetiva, para ajudar a entender as razões da ocorrência de problemas. A técnica começa com o estabelecimento do problema e a pergunta *por que* o problema ocorreu. Uma vez que as maiores causas da ocorrência do problema tenham sido identificadas, cada uma das causas maiores é tomada por sua vez e novamente é feita a pergunta *por que* essas razões ocorreram e assim por diante. Esse procedimento continua até que ou uma causa pareça suficientemente autocontida para ser atribuída a ela mesma, ou mais respostas à questão “Por quê?” possam ser geradas.

USANDO GRÁFICOS DE PARETO NA GOODYEAR¹²

Um exemplo do uso dos gráficos de Pareto para indicar as causas prioritárias vem da Goodyear Company.

A manufatura de adesivos baseados em solventes envolve misturar produtos em lotes. Cada lote deveria conter (digamos) 30% de sólidos mais ou menos uma pequena porcentagem. A variação deriva de “desvios” em diferentes partes do processo. As causas de desvios de especificações são classificadas e suas frequências de ocorrência medidas. Os dados são então colocados em um gráfico de Pareto como mostrado na Figura 18.24.

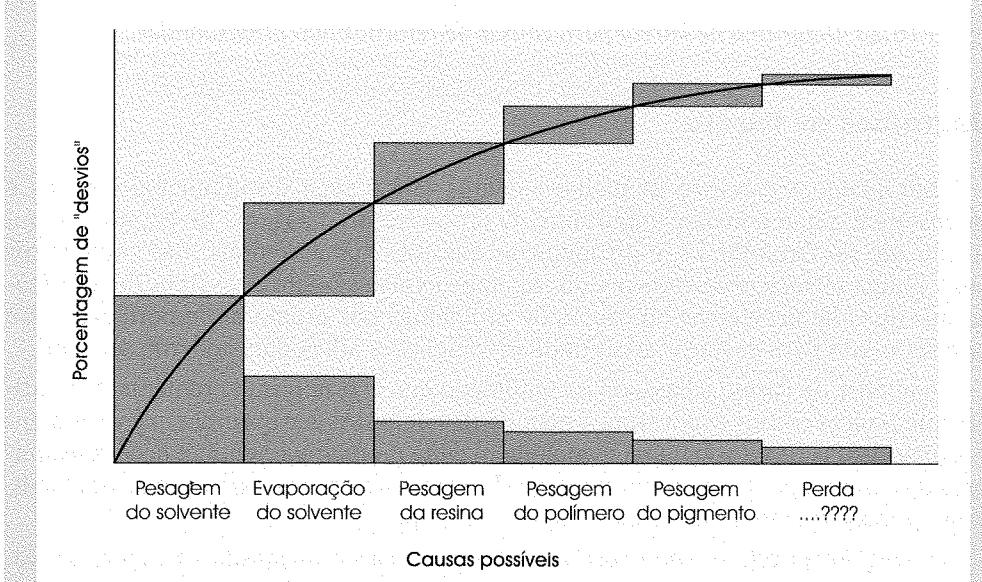


Figura 18.24 Gráfico de Pareto das razões de desvios da porcentagem de sólidos requerida em adesivos baseados em solvente.

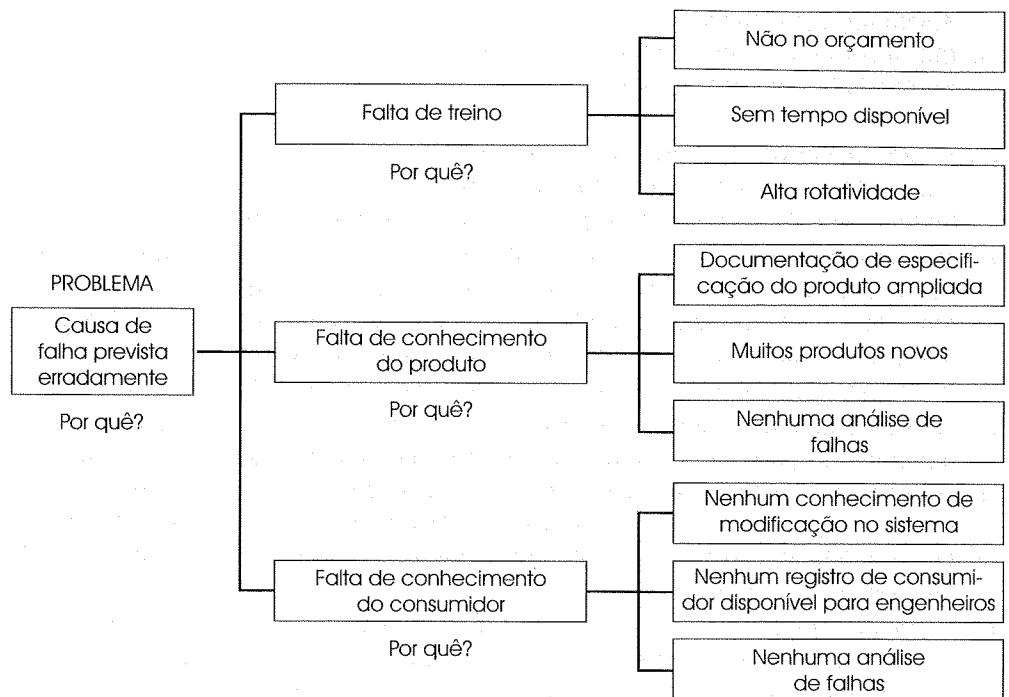


Figura 18.25 Análise por que-por que.

Resumo

- Antes que o desempenho de qualquer operação possa ser melhorado, ele precisa ser medido. Isso pode ser feito sob o guia dos cinco objetivos de desempenho: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custos. É raro, contudo, que uma única simples medida seja usada para cada objetivo de desempenho. Mais usualmente, um conjunto de medidas, cada uma com sua particular representação de objetivo de desempenho, precisa ser usado.
- Para julgar o desempenho global, cada medida de desempenho precisa ser estabelecida em relação a um padrão adequado de desempenho. Há diversas formas pelas quais um padrão de desempenho pode ser derivado.
 - Padrões históricos comparam padrões de desempenho com desempenhos anteriores.
 - Padrões de desempenho alvos comparam desempenho com algum padrão negociado ou arbitrário de o que é considerado razoável.
 - Padrões de desempenho da concorrência comparam o desempenho com aquele atingido pelos concorrentes.
- Padrões de desempenho absolutos comparam o desempenho com os seus níveis teóricos atingíveis (máximos).
- Prioridades de melhoramentos podem ser determinadas pela consideração conjunta da importância relativa de cada fator competitivo, como julgado pelos consumidores, com o desempenho que a operação atinge em cada fator competitivo, julga-

do em relação à concorrência. O julgamento de uma operação sobre tanto importância como desempenho pode ser consolidado em uma “matriz importância-desempenho”. Diferentes áreas dessa matriz representam diferentes graus de prioridade para ação.

- A abordagem de uma organização do melhoramento de sua operação pode ser caracterizada como adotando uma posição em algum lugar entre dois extremos de melhoramento revolucionário “puro” e melhoramento contínuo “puro”.
- Melhoramento revolucionário, que é algumas vezes chamado melhoramento baseado em inovação, vê a taxa de melhoramento ocorrendo em poucas infreqüentes mas grandes e dramáticas mudanças. Apesar de essas mudanças poderem ser abruptas e voláteis, elas com freqüência incorporam novos e radicais conceitos ou tecnologias, que podem mudar o desempenho da operação significativamente.
- O melhoramento contínuo presume uma série sem fim de pequenos mas incrementais passos de melhoramento. Esse tipo de melhoramento é algumas vezes chamado melhoramento *kaizen*. O melhoramento contínuo é gradual e constante e freqüentemente utiliza soluções coletivas de problemas baseadas em grupos. Ele não se concentra em mudanças radicais, mas desenvolve um momento intrínseco de melhoramento.
- Os melhoramentos revolucionários e contínuos não são mutuamente exclusivos. As organizações podem melhorar tendo melhoramentos revolucionários ocasionais, mas utilizar uma abordagem mais incremental entre essas mudanças de maior porte.
- A forma mais usual de modelar o melhoramento contínuo é o ciclo planejar, fazer (do), checar e agir (ciclo PDCA), pelo qual os estágios da solução de problemas são vistos como formando um ciclo sem fim.
- Um exemplo típico da abordagem radical de melhoramento é a da reengenharia de processos de negócios (BPR – *business process re-engineering*), que tenta reprojetar operações ao longo de um processo, em vez de em base funcional, começando pelos princípios fundamentais.
- Há muitas técnicas que podem ser usadas para processo de melhoramento, incluindo diversas que foram tratadas em outras partes deste livro.

Questões para discussão

1. Uma biblioteca universitária deseja começar um programa de medida de desempenho que a possibilite julgar a efetividade com que organiza suas operações. A biblioteca empresta livros aos estudantes, tanto empréstimos de longo prazo como de curto prazo, mantém extenso estoque de revistas, despacha publicações especiais à bibliotecas especializadas e tem extenso banco de dados *on-line* instalado. Que medidas de desempenho você pensa que seriam adequadas usar neste tipo de operação e que tipos de padrões de desempenho a biblioteca deveria adotar?
2. Avalie uma operação que lhe é familiar usando um diagrama polar. Sobreponha o desempenho da operação com o que você percebe serem as necessidades dos consumidores e discuta quaisquer diferenças.
3. Usando as cinco medidas de desempenho, liste formas nas quais um professor universitário poderia ser avaliado.

4. Discuta com um gerente de produção como o desempenho de sua operação é medido. Identifique a faixa de medidas e descubra se os alvos usados estão baseados em padrões de desempenho alvos, históricos, de desempenho de concorrentes, ou em padrões de desempenho absolutos.
5. O departamento de engenharia de uma universidade escolheu fazer o *benchmarking* dela em relação a outros departamentos da universidade, como um primeiro passo para um processo de melhoramento de operações. Que tipos de *benchmarking* você pensa que seriam adequados para o departamento e em que objetivos de desempenho eles deveriam concentrar-se?
6. Identifique critérios ganhadores de pedidos, qualificadores e menos importantes para uma organização de sua escolha. Peça a um colega que avalie a mesma organização, compare e discuta os resultados.
7. Um banco está conduzindo uma pesquisa de todas as reclamações de clientes que recebe em seu departamento de empréstimo pessoal. Esse departamento lida com autorização de empréstimos requeridos pelos clientes do banco, processa todas as informações relativas aos empréstimos e então envia os documentos aos clientes. A Tabela 18.3 classifica os tipos de reclamações feitas pelos clientes juntamente com sua freqüência de ocorrência.

Tabela 18.3

<i>Tipo de reclamação</i>	<i>Freqüência de ocorrência</i>
Omissão da assinatura na autorização	4%
Omissão do montante do empréstimo	17%
Erros nos detalhes do empréstimo	12%
Erros de aritmética	9%
Omissão de um ou mais documentos	31%
Inclusão de documentos inapropriados	2%
Omissão de detalhes dos pagamentos	21%
Outros	2%

Desenhe um diagrama de Pareto que descreva a freqüência relativa de ocorrência dos diferentes tipos de erros. Desenhe um diagrama de causa-efeito que contenha as possíveis razões para as categorias de erros mais importantes.

8. Explique as diferenças entre melhoramento revolucionário e melhoramento contínuo. Discuta as vantagens e desvantagens de cada um.
9. Liste e descreva dez modificações que poderiam ser feitas em seu curso. Que melhoramentos revolucionário poderiam ser feitos?
10. Explique brevemente o que se entende por reengenharia de processo de negócios. Por que você pensa que a reengenharia de processo de negócios é vista como uma abordagem radical e de grande porte para melhoramentos por muitos administradores, incluindo muitos gerentes de produção?

Leituras complementares selecionadas

- CODLING, S. *Best practice benchmarking*. Industrial Newsletter, 1992.
- DALE, B. G. (Org.). *Managing quality*. 2. ed. Prentice-Hall, 1994.
- EVANS, J. R., LNDSAY, W. M. *The management and control of quality*. West, 1993.
- FITZGERALD, L., JOHNSTON, R., BRIGNALL, S., SYLVESTRO, R., VOSS, C. *Performance measurement in service business*. The Chartered Institute of Management Accountants, 1991.
- FLOOD, R. L. *Beyond TQM* (Além do TQM), Wiley, 1993.
- OAKLAND, J. S. *Total quality management*. 2. ed. Butterworth-Heinemann, 1993.

19

PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS

INTRODUÇÃO

Embora nenhuma produção devesse ser indiferente a falhas, em alguma produção é vital que os produtos e serviços não falhem – aviões em vôo ou fornecimentos de eletricidade a hospitais, por exemplo. Outros produtos e serviços sempre devem estar funcionar quando necessários, como cintos de segurança de carros, o serviço da polícia e outros serviços de emergência. Nestas situações, a confiabilidade não é somente desejável, mas também essencial. Em situações menos críticas, ter produtos e serviços confiáveis é uma forma de as organizações ganharem uma vantagem competitiva. As empresas japonesas, por exemplo, aumentaram muito sua participação no mercado de automóveis e bens elétricos através de sua reputação por produtos de alta confiabilidade.

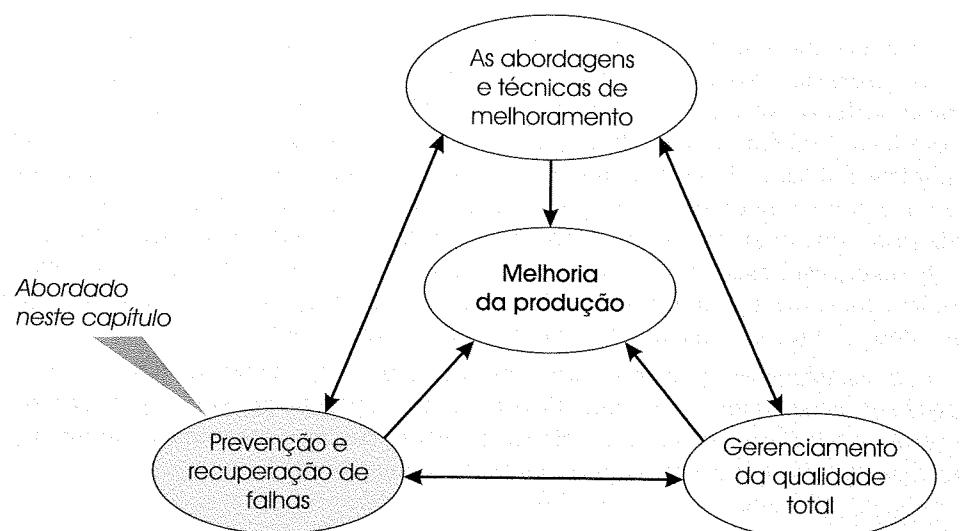


Figura 19.1 Modelo de melhoria de produção mostrando os assuntos abordados neste capítulo.

Os gerentes de produção, que quase sempre estão preocupados com a melhoria da confiabilidade de sua produção e dos produtos e serviços que produzem, tentam ter em funcionamento estratégias que visam minimizar a probabilidade de falhas e aprender a partir das falhas quando elas ocorrem. Também precisam reconhecer, entretanto, que as falhas ocorrerão, apesar de todas as tentativas de preveni-las. O que é importante neste caso é que tenham políticas que os ajudem a se recuperar das falhas quando estas ocorrem. A Figura 19.1 mostra como este capítulo aborda as atividades de aperfeiçoamento da produção.

OBJETIVOS

Este capítulo examina:

- por que os sistemas falham;
- as diversas formas pelas quais as falhas são medidas;
- como são detectadas e analisadas as falhas e as falhas potenciais para encontrar sua causa primeira;
- como a produção melhorou sua confiabilidade para tentar evitar falhas – tentando eliminá-las através de técnicas da engenharia e da manutenção das instalações;
- estratégias de recuperação para lidar com falhas – fazendo *muito* corretamente na segunda vez.

Falha do sistema

Sempre há uma probabilidade de que, ao fabricar um produto ou prestar um serviço, as coisas possam sair erradas. Erros são inevitáveis e parte intrínseca da vida; nada é perfeito. Aceitar que ocorrerão falhas não é, entretanto, a mesma coisa que ignorá-las. Também não implica que a produção não possa ou não deva tentar minimizar falhas; e ainda, nem todas as falhas são igualmente sérias. Algumas falhas são incidentais e podem não ser percebidas. No final de um concerto, um violinista pode tocar uma nota errada e o efeito tem pouca probabilidade de ter grande impacto. Se ele ou ela está executando um solo, entretanto, o erro pode estragar toda a execução. Um concerto, como todos os sistemas, pode ser mais tolerante com relação a alguns tipos e alguns níveis de falhas do que com relação a outros.

As organizações, portanto, precisam discriminar as diferentes falhas e prestar atenção especial àquelas que são críticas por si só ou porque podem prejudicar o resto da produção (veja quadro sobre a Hoechst). Para fazer isso precisamos entender por que alguma coisa falha e ser capazes de medir o impacto da falha.

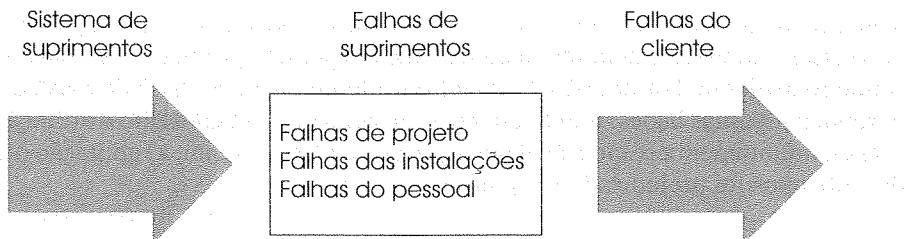


Figura 19.2 Tipos de falhas que podem ocorrer na produção.

Por que as coisas falham

As falhas na produção podem ocorrer por razões muito diferentes. As máquinas podem quebrar, os clientes podem fazer pedidos inesperados que a produção não consegue atender, o pessoal pode cometer erros simples em seus trabalhos, que impedem o trabalho normal, os materiais dos fornecedores podem estar defeituosos e assim por diante. Neste texto, classificamos as falhas como ilustrado na Figura 19.2:

- aquelas que têm sua fonte dentro da produção, porque seu projeto global foi mal feito ou porque suas instalações (máquinas, equipamentos e edifícios) ou o pessoal não fazem as coisas como deveriam;
- aquelas que são causadas por falhas no material ou informações fornecidas à operação;
- aquelas que são causadas por ações dos clientes.

FALHAS ARRANHAM A REPUTAÇÃO DA HOECHST¹

A primavera de 1993 não foi uma época feliz para a Hoechst, a gigante empresa química alemã. Durante anos foi merecidamente orgulhosa de sua reputação por segurança e proteção ambiental. No ano anterior, havia despendido 1,3 bilhões de marcos alemães com proteção ambiental. Entre 22 de fevereiro e 2 de abril, a empresa sofreu três acidentes sérios e 15 falhas de segurança menos sérias. No primeiro, a empresa contaminou parte de Frankfurt com 10 toneladas de produtos químicos tóxicos. Um operador do turno da noite esqueceu de ligar um agitador de um reator. Isto resultou em um aumento incontrolável de pressão que causou uma explosão e a poluição resultante. O segundo acidente também envolveu uma explosão e neste caso um trabalhador morreu e outro ficou seriamente ferido. O último acidente sério resultou em um vazamento para o ambiente de diversas centenas de quilos de ácido sulfúrico fumegante. Todos os acidentes tiveram falha humana de algum tipo, embora, tecnicamente, todos fossem diferentes. Nenhuma falha de tecnologia ocorreu nos três desastres. A falha humana também foi a causa primeira da sucessão rápida de críticas que a Hoechst teve que enfrentar durante e após os acidentes. Sua resposta foi vista por alguns como arrogante, desorganizada e defensiva. Parcialmente devido a falhas de comunicação, o pessoal da empresa subestimou a seriedade, especialmente do primeiro

1. **Fonte:** COCKSON, C. Years of mishaps ruin a caring reputation, *Financial Times*, 18 June 1993.

acidente. Para formar a impressão de alheamento, o presidente da companhia não deu entrevista à imprensa nem fez qualquer declaração nos primeiros dez dias depois do primeiro acidente. Por ocasião do terceiro acidente sério, no dia 2 de abril, a empresa aprendeu algumas lições. Imediatamente, designou todo o conselho de direção da empresa conjuntamente responsável por segurança. Mesmo assim, a reputação construída durante anos foi prejudicada em poucas semanas.

FALHAS DE PROJETO

O projeto global de uma produção pode ser a causa primeira de uma falha. Em sua etapa de projeto, uma produção pode parecer perfeita no papel; somente quando deve lidar com circunstâncias reais as inadequações tornam-se evidentes. Algumas falhas de projeto ocorrem porque uma característica de demanda não foi bem observada ou foi mal calculada. Uma linha de produção pode ter sido instalada em uma fábrica que na prática não consegue lidar com as demandas que lhe são feitas. Alternativamente, o arranjo físico do saguão de um teatro pode causar um fluxo de clientes confuso e atrapalhado em momentos de pico. Nos dois exemplos, não houve demanda inesperada sobre as operações; foram erros evidentes na tradução das necessidades da demanda em um projeto adequado que causaram os problemas.

FALHAS DE INSTALAÇÕES

Todas as instalações (isto é, máquinas, equipamentos, edifícios e acessórios) de uma produção têm probabilidade de quebrar. A “avaría” pode ser somente parcial, por exemplo, um carpete gasto ou manchado em um hotel ou uma máquina que somente está conseguindo trabalhar com a metade de sua velocidade normal. Alternativamente, também pode ser o que normalmente chamamos de “falha” – uma interrupção total e repentina na produção.

FALHAS DO PESSOAL

Falhas de pessoas são de dois tipos: *erros* e *violações*. “Erros” são enganos de julgamento; *a posteriori*, percebe-se que alguém deveria ter feito algo diferente e o resultado é algum desvio significativo da produção normal. Por exemplo, se o gerente de uma loja de artigos esportivos falhar na antecipação de um aumento da demanda de bolas de futebol durante a Copa do Mundo, a loja esgotará seu estoque e não atenderá seus clientes potenciais.

FALHAS DE FORNECEDORES

Qualquer falha no prazo de entrega ou na qualidade de bens ou serviços fornecidos para uma produção pode causar falha dentro da produção. A falha de uma banda ao deixar de comparecer a um concerto causará o “fracasso” de todo o evento.

FALHAS DE CLIENTES

Nem todas as falhas são causadas (diretamente) pela produção ou por seus fornecedores. Os clientes podem usar mal os produtos e serviços que a produção produziu.

Por exemplo, uma máquina de lavar pode ter sido fabricada de forma eficiente e isenta de falhas e o cliente que a compra pode sobrecarregá-la ou usá-la mal de alguma outra forma, o que a leva a falhar. O cliente não tem “sempre razão”. A falta de atenção dos clientes, a incompetência ou a falta de bom senso podem ser a causa da falha.

Falhas como uma oportunidade

Apesar de nossa classificação de falhas, a origem de todas elas é algum tipo de falha humana. A falha de uma máquina pode ter sido causada pelo projeto ou manutenção ruim de alguém, por uma falha na entrega, por erros de alguém na gestão dos programas de fornecimento e por erro de um cliente, pela falha de alguém em fornecer instruções adequadas. As falhas não são o resultado de probabilidade aleatória; sua causa primeira normalmente é falha humana. As consequências disto são, primeiro, que a falha pode, até certo grau, ser controlada e segundo, que as organizações podem aprender a partir das falhas e modificar seu comportamento de acordo com isso. A conscientização disto levou ao que às vezes é chamado de conceito de *falha como uma oportunidade*. Em vez de identificar um “culpado”, que é considerado responsável e criticado pela falha, as falhas são vistas como uma oportunidade de examinar por que elas ocorreram e implementar procedimentos que eliminam ou reduzem a probabilidade de ocorrerem novamente. Isto é abordado posteriormente neste capítulo, quando examinamos o “planejamento de recuperação de falhas”.

Medição de falhas

Há três formas principais de medir falhas:

- *taxas de falhas* – com que freqüência uma falha ocorre;
- *confiabilidade* – a probabilidade de uma falha ocorrer;
- *disponibilidade* – o período de tempo útil disponível para a operação.

“Taxa de falhas” e “confiabilidade” são diferentes formas de medir a mesma coisa – a tendência de uma produção, ou parte dela, de falhar. Disponibilidade é uma medida das consequências da falha na produção.

FALHA NO TEMPO – A CURVA DA “BANHEIRA”

Para a maioria das partes de uma produção, as falhas são uma função do tempo. Em diferentes etapas da vida de qualquer coisa, a probabilidade de que falhe será diferente. A probabilidade de, por exemplo, uma lâmpada elétrica falhar é relativamente alta quando é ligada pela primeira vez. Qualquer defeito pequeno no material do qual o filamento é feito ou da forma em que a lâmpada foi montada pode causar a falha da lâmpada. Se a lâmpada sobreviver a esta etapa inicial, ela ainda pode falhar a qualquer momento, mas quanto mais sobrevive, mais provável se torna sua falha. A maioria das partes físicas de uma produção comporta-se de maneira semelhante.

A curva que descreve a probabilidade de falha deste tipo é chamada de *curva da banheira*. Compreende três etapas distintas:

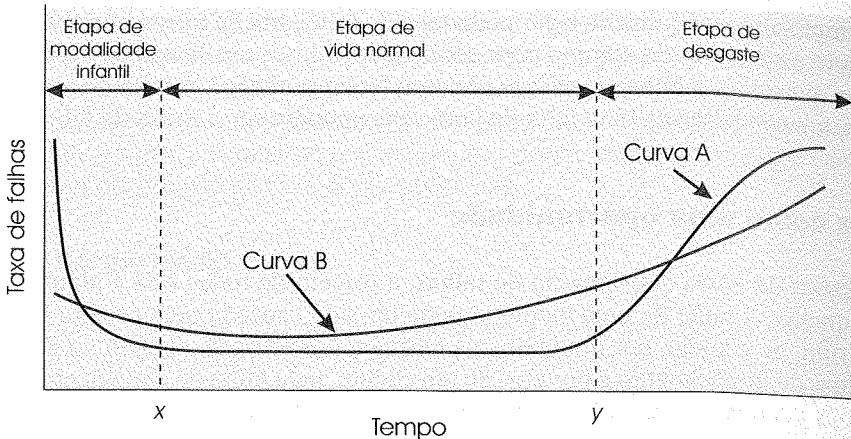


Figura 19.3 Curvas da banheira para duas partes de uma produção. A curva A representa uma parte com falhas relativamente previsíveis e a curva B representa uma parte com um padrão de falhas mais aleatório.

- a mortalidade “infantil” ou a etapa de “vida inicial”, quando falhas iniciais ocorrem devido a peças defeituosas ou uso inadequado;
- a etapa de “vida normal”, quando a taxa de falhas é normalmente baixa, razoavelmente constante e causada por fatores aleatórios normais;
- a etapa de “desgaste”, quando a taxa de falhas aumenta à medida que a peça se aproxima do final de sua vida útil e as falhas são causadas por envelhecimento e deterioração das peças.

A Figura 19.3 mostra duas curvas da banheira com características ligeiramente diferentes. A curva A mostra uma parte da produção que tem uma alta taxa de falhas de mortalidade infantil inicial, mas depois uma vida normal longa, de baixa taxa de falhas, seguida pela probabilidade gradualmente crescente de falhas à medida que se aproxima do desgaste. A curva B tem aproximadamente as mesmas etapas relativas de mortalidade infantil, vida normal e de desgaste. Difere acentuadamente, entretanto, na previsibilidade com a qual as falhas ocorrem. A curva A mostra uma parte com características de falhas muito previsíveis. Se sobreviver à mortalidade infantil (isto é, após o tempo x), é muito provável que sobreviva pelo menos até o início do desgaste (no momento y). Após o tempo y , entretanto, sua probabilidade de sobrevivência diminui rapidamente. A curva B, por outro lado, mostra uma parte que é muito menos previsível. A distinção entre as três etapas é menos clara, com a taxa de mortalidade infantil reduzindo-se somente lentamente e uma probabilidade gradualmente crescente de falhas por desgaste.

As instalações com curvas de falhas similares à mostrada na curva B são muito mais difíceis de manter de forma planejada, como será discutido posteriormente.

A falha de operações que dependem mais de recursos humanos do que de tecnologia, como alguns serviços, pode seguir uma curva algo diferente. Podem ser menos suscetíveis a desgaste de componentes, mas mais a complacência do pessoal, à medida que o serviço pode tornar-se tedioso e repetitivo se não for revisto e renovado. Em um caso desses, há uma etapa inicial de redução de falhas, equivalentes à etapa de mortalidade infantil, à medida que os problemas no serviço são eliminados. Isto pode

482 ser seguido por um longo período de taxa de falhas crescente (veja Figura 19.4.).

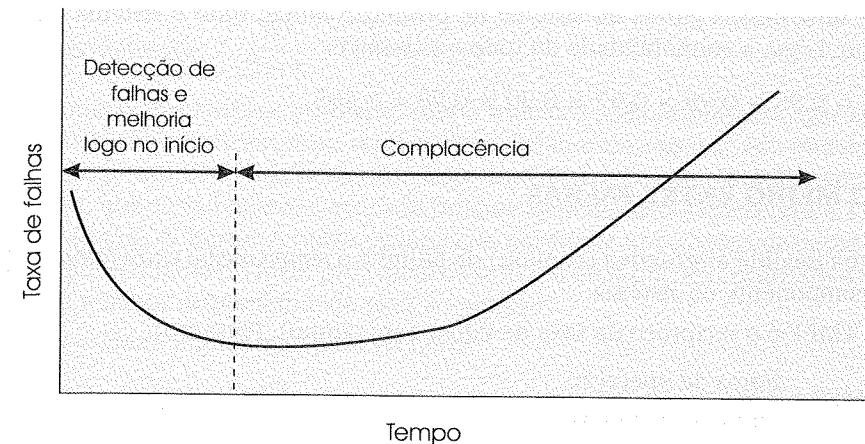


Figura 19.4 Operações de serviços, após uma etapa inicial de detecção e melhorias de falhas, podem sofrer taxas de falhas crescentes causadas por complacência crescente.

CONFIABILIDADE

A confiabilidade mede a habilidade de desempenho de um sistema, produto ou serviço como esperado durante o tempo.

A importância de qualquer falha específica é determinada parcialmente pelo efeito que tem no desempenho de toda a produção ou sistema. Isto, por sua vez, depende da forma pela qual são relacionadas as partes do sistema que são sujeitas a falhas. Se os componentes de um sistema forem todos interdependentes, uma falha em um componente individual pode causar a falha de todo o sistema. Por exemplo, se um sistema interdependente tem n componentes, cada qual com sua própria confiabilidade R_1, R_2, \dots, R_n , a confiabilidade de todo o sistema, R_s , é dada por:

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n.$$

onde R_1 = Confiabilidade do componente 1

R_2 = Confiabilidade do componente 2

etc.

Exemplo

Uma máquina automática de produção de pizza em uma fábrica de alimentos tem cinco componentes principais, com confiabilidades individuais (probabilidade de o componente não falhar), como segue:

Misturador de massa	Confiabilidade = 0,95
Rolo e cortador de massa	Confiabilidade = 0,99
Aplicador de massa de tomate	Confiabilidade = 0,97
Aplicador de queijo	Confiabilidade = 0,90
Forno	Confiabilidade = 0,98

Se uma dessas partes do sistema de produção falhar, todo o sistema parará de funcionar. Logo, a confiabilidade do todo o sistema é:

$$R_s = 0,95 \times 0,99 \times 0,97 \times 0,90 \times 0,98 = 0,805$$

TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS

Uma medida alternativa (comum) de falhas é o *tempo médio entre falhas* (TMEF) de um componente ou sistema.

O TMEF é o recíproco da taxa de falhas (em tempo). Portanto:

$$\text{TMEF} = \frac{\text{horas de operação}}{\text{número de falhas}}$$

Exemplo

No exemplo anterior sobre componentes eletrônicos a taxa de falhas (em tempo) dos componentes eletrônicos era 0,000041. Para aquele componente:

$$\text{TMEF} = \frac{1}{0,000041} = 24.390,24 \text{ horas}$$

Isto é, em média, uma falha pode ser esperada a cada 24.390,24 horas.

Disponibilidade

Disponibilidade é o grau em que a produção está pronta para funcionar. Uma produção não está disponível se ela acabou de falhar ou está sendo consertada após uma falha.

Há diversas formas diferentes de medir a disponibilidade, dependendo de quantas razões para a não-operação estiverem incluídas. Por exemplo, poderia ser incluída falta de disponibilidade devido a manutenção planejada ou trocas. Quando, entretanto, a "disponibilidade" está sendo usada para indicar o tempo de operação, excluindo a consequência da falha, é calculada como segue:

$$\text{Disponibilidade (D)} = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMDR}}$$

onde: TMEF = tempo médio entre falhas da produção

TMDR = tempo médio de reparo, que é o tempo médio necessário para consertar a produção, do momento em que falha até o momento em que está operando novamente.

Exemplo

Uma empresa que concebe e produz cartazes para exposições e eventos de promoção de vendas compete fortemente com base em sua rapidez de entrega. Uma peça específica do equipamento que a empresa usa está causando alguns problemas. É sua impressora colorida a laser de plataforma grande. Atualmente, o tempo médio entre falhas da impressora é 70 horas e o tempo médio para consertá-la é seis horas.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{70}{70+6} = 0,92 = 0,92$$

A empresa discutiu seu problema com o fornecedor da impressora, que ofereceu duas propostas alternativas para o serviço. Uma opção seria adquirir (via terceirização) manutenção preventiva (veja posteriormente uma descrição completa de manutenção preventiva), que seria realizada em cada final de semana. Isto aumentaria o TMEF da impressora para 90 horas. A outra opção seria contratar um serviço de reparos mais rápido, o que reduziria o TMDR para quatro horas. As duas opções custariam o mesmo. Qual daria a maior disponibilidade para a empresa?

Com o TMEF aumentado para 90 horas:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{90}{90+6} = 0,938$$

Com o TMDR reduzido para quatro horas:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{70}{70+4} = 0,946$$

A disponibilidade seria maior se a empresa aceitasse a proposta que oferecia o tempo de conserto mais rápido.

Prevenção e recuperação de falhas

Em termos práticos, os gerentes de produção têm três conjuntos de atividades que se relacionam a falhas. O primeiro diz respeito à compreensão de quais falhas estão ocorrendo na produção e por que ocorrem. Uma vez entendida a natureza de todas as falhas, a segunda tarefa é analisar as formas de reduzir a probabilidade de falhas ou minimizar as consequências das mesmas. A terceira tarefa é elaborar políticas e procedimentos que ajudem a produção a se recuperar das falhas quando ocorrerem. A primeira dessas tarefas é, na realidade, um pré-requisito para as outras duas. O restante deste capítulo aborda estas três tarefas.

Detecção e análise de falhas

Dado que as falhas ocorrem, os gerentes de produção primeiro devem contar com mecanismos que asseguram que percebam rapidamente que uma falha ocorreu e, segundo, ter procedimentos disponíveis que analisam a falha para descobrir sua causa primeira.

Análise de falhas

Uma das atividades críticas para uma organização quando uma falha ocorre é entender por que ocorreu. Esta atividade é chamada *análise de falhas*. Há diversas técnicas e abordagens diferentes que são usadas para descobrir a causa primeira de falhas. Algumas dessas são descritas na parte final do capítulo anterior. Outras são resumidamente descritas neste item.

INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

Desastres nacionais de grande escala, como vazamentos de petroleiros e acidentes aéreos, normalmente são investigados por peritos especificamente treinados na análise detalhada das causas do acidente. Embora as técnicas usadas normalmente tenham sido desenvolvidas para ser adequadas para o tipo específico de acidente em investigação, a regra comum dos investigadores de acidentes é fazer recomendações para minimizar ou mesmo eliminar a probabilidade de essas falhas ocorrerem novamente.

CONFIABILIDADE DO PRODUTO

Muitas organizações (seja por escolha ou mais freqüentemente devido a exigências legais) adotam “responsabilização pelo produto”. Isto assegura que todos os produtos sejam rastreáveis. Todas as falhas em produtos podem ser rastreadas até o processo que as produziu, até os componentes a partir dos quais foram feitos ou os fornecedores que os forneceram. Isto significa que qualquer falha pode ser retificada e também que, se necessário, todos os outros produtos similares podem ser recolhidos para verificação. Isto às vezes ocorre quando carros e componentes elétricos ou itens alimentícios são recolhidos.

ANÁLISE DE QUEIXAS

Queixas, assim como erros, sempre surgirão. São cada vez mais vistas como uma fonte de informação sobre erros barata e facilmente disponível. Queixas, e também elogios, precisam ser considerados seriamente, pois provavelmente representam somente a “ponta do iceberg” de atitudes de clientes. Em algumas operações de serviços, acredita-se que para cada pessoa que reclama há outras 20 que não o fazem.

ANÁLISE CRÍTICA DE INCIDENTES

A análise crítica de incidentes simplesmente exige que os clientes identifiquem os elementos dos produtos ou serviços que acharam particularmente satisfatórios ou não satisfatórios. São solicitados a descrever os incidentes que lhes causaram satisfação ou descontentamento. A transcrição desta evidência é então analisada em detalhe quanto aos fatores, características e causas da satisfação ou descontentamento. Essas causas depois podem ser classificadas e relacionadas a possíveis causas de falha. É uma forma popular de coletar informações, especialmente em operações de serviços. A técnica de incidente crítico (TIC) foi originalmente desenvolvida durante a Segunda Grande Guerra pelo psicólogo John Flanagan e foi usada para determinar as razões da alta taxa de fracassos de pilotos durante o treinamento. A análise de seus testes forneceu a base para os testes de seleção de pilotos que conseguiam uma taxa de fracassos substancialmente reduzida. Flanagan² definiu TIC como “essencialmente um procedimento para reunir certos fatos importantes relativos ao comportamento em situações definidas”. Esta técnica foi aplicada a diversos setores diferentes de serviços, incluindo hotéis, bancos e companhias aéreas.

486 2. FLANAGAN, J. The critical technique. *Psychological Bulletin*, v. 51, nº 4, 1954.

ANÁLISE DO EFEITO E MODO DE FALHAS (FMEA – FAILURE MODE AND AFFECT ANALYSIS)

O objetivo da análise do efeito e modo de falhas é identificar as características do produto ou serviço que são críticas para vários tipos de falhas. É um meio de identificar falhas antes que aconteçam, através de um procedimento de “lista de verificação” (*check-list*); que é construída em torno de três perguntas-chave.

Para cada causa possível de falha:

- Qual é a probabilidade de a falha ocorrer?
- Qual seria a consequência da falha?
- Com qual probabilidade essa falha é detectada antes que afete o cliente?

Baseado em uma avaliação quantitativa dessas três perguntas, é calculado um número de prioridade de risco (NPR) para cada causa potencial de falha. Ações corretivas que visam prevenir falhas são então aplicadas às causas cujo NPR indica que justificam prioridade.

É essencialmente um processo de sete passos.

- | | |
|----------------|---|
| Passo 1 | Identificar todas as partes componentes dos produtos ou serviços. |
| Passo 2 | Listar todas as formas possíveis segundo as quais os componentes poderiam falhar (os modos de falhas). |
| Passo 3 | Identificar os efeitos possíveis das falhas (tempo parado, segurança, necessidades de consertos, efeitos para os clientes). |
| Passo 4 | Identificar todas as causas possíveis das falhas para cada modo de falha. |
| Passo 5 | Avaliar a probabilidade de falha, a severidade dos efeitos da falha e a probabilidade de detecção. (A Tabela 19.1 ilustra escalas de avaliação que podem ser usadas para quantificar esses três fatores.) |
| Passo 6 | Calcular o NPR multiplicando as três avaliações entre si. |
| Passo 7 | Instigar ação corretiva que minimizará falhas nos modos de falhas que mostram um alto NPR. |

Exemplo

Parte de um exercício de FMEA em uma empresa de transportes identificou três modos de falha associados com a falha “produtos que chegam danificados” no ponto de entrega.

- Produtos não presos (modo de falha 1)
- Produtos presos incorretamente (modo de falha 2)
- Produtos carregados incorretamente (modo de falha 3)

O grupo de melhoria que investiga as falhas alocou pontuações para a probabilidade do modo de falha que estava ocorrendo, a severidade de cada modo de falha e a probabilidade de serem detectadas como segue:

Probabilidade de ocorrência

Modo de falha 1 5

Tabela 19.1 Escalas de avaliação para FMEA.

A. Ocorrência de falhas

Descrição	Avaliação	Possível ocorrência de falhas
Probabilidade remota de ocorrência Não seria razoável esperar que ocorressem falhas	1	0
Baixa probabilidade de ocorrência Geralmente associada com atividades similares a outras anteriores com um número relativamente baixo de falhas	2	1:20.000
	3	1:10.000
Probabilidade moderada de ocorrência Geralmente associada com atividades similares a outras anteriores que tiveram falhas ocasionais	4	1:2.000
	5	1:1.000
Alta probabilidade de ocorrência Geralmente associada com atividades similares a outras anteriores que tradicionalmente causaram problemas	6	1:200
	7	1:100
Probabilidade muito alta de ocorrência de falhas Quase certo que falhas importantes ocorrerão	8	1:20
	9	1:10
	10	1:2

B. Severidade das falhas

Descrição	Avaliação
Severidade pequena Uma falha muito pequena que não teria efeito notável no desempenho do sistema	1
Severidade baixa Uma falha pequena que causa somente leve aborrecimento aos clientes	2
	3
Severidade moderada Uma falha que causaria algum descontentamento, desconforto ou aborrecimento ou causaria deterioração notável no desempenho	4
	5
	6
Alta severidade Uma falha que ocasionaria um alto grau de descontentamento dos clientes	7
	8
Severidade muito alta Uma falha que afetaria a segurança	9
Catastrófica Uma falha que pode causar danos à propriedade, ferimentos sérios ou morte	10

Tabela 19.1 (Continuação).

C. Detecção de falhas

Descrição	Avaliação	Probabilidade de detecção
Probabilidade remota que o defeito ou falha atinja o cliente Não seria razoável esperar que uma falha dessas não fosse detectada durante a inspeção, teste ou montagem	1	0 a 15%
Baixa probabilidade de que a falha atinja o cliente	2	6 a 15%
	3	16 a 25%
Probabilidade moderada de que a falha atinja o cliente	4	26 a 35%
	5	36 a 45%
	6	46 a 55%
Alta probabilidade de que a falha atinja o cliente	7	56 a 65%
	8	66 a 75%
Probabilidade muito alta que a falha atinja o cliente	9	76 a 85%
	10	86 a 100%

Modo de falha 2 8

Modo de falha 3 7

Severidade de falha

Modo de falha 1 6

Modo de falha 2 4

Modo de falha 3 4

Probabilidade de detecção

Modo de falha 1 2

Modo de falha 2 6

Modo de falha 3 7

Calcula-se o NPR de cada modo de falha.

Modo de falha 1 (produtos não presos)

$$5 \times 6 \times 2 = 60$$

Modo de falha 2 (produtos presos incorretamente)

$$8 \times 4 \times 5 = 160$$

Modo de falha 3 (produtos carregados incorretamente)

$$7 \times 4 \times 7 = 196$$

Assim, a prioridade é dada ao modo de falha 3 (produtos carregados incorretamente) ao se tentar eliminar a falha.

Melhorando a confiabilidade das operações

Uma vez que se tenha uma compreensão das causas e efeitos das falhas, a responsabilidade seguinte dos gerentes de produção é procurá-las e prevenir sua ocorrência logo da primeira vez. Podem fazer isso de diversas formas:

- eliminar no projeto os pontos de falha potenciais na operação;
- construindo operações com recursos críticos redundantes (em duplicidade) na operação;
- tornar as atividades da operação à prova de falhas;
- manter as instalações físicas da operação.

Examinaremos cada uma dessas formas, mas especialmente a manutenção de instalações físicas (equipamentos, máquinas e edifícios), que é uma atividade importante em qualquer operação.

Dispositivos para identificar falhas

O conceito de prevenção de falhas surgiu com a introdução dos métodos japoneses de aperfeiçoamento da produção. Chamados de *Poka-yoke* (de *Yokeru* (prevenir) e *Poka* (erros de desatenção)), sua idéia está baseada no princípio de que os erros humanos são inevitáveis até certo grau. O que é importante é prevenir que se tornem defeitos. *Poka-yokes* são dispositivos ou sistemas simples (preferencialmente baratos) que são incorporados em um processo para prevenir erros de falta de atenção dos operadores, que provocam defeitos.

Poka-yokes típicos são dispositivos como:

- sensores/interruptores em máquinas que somente permitem sua operação se a peça estiver posicionada corretamente;
- gabaritos instalados em máquinas através dos quais uma peça deve passar para ser carregada ou tirada da máquina – uma orientação ou tamanho incorreto param o processo;
- contadores digitais em máquinas para assegurar que o número correto de cortes, golpes ou furos tenha sido feito;
- listas de verificação que devem ser preenchidas, seja para a preparação de uma atividade ou em sua conclusão;
- feixes de luz que ativam um alarme, se uma peça estiver posicionada incorretamente.

Mais recentemente, o princípio de prevenção de falhas foi aplicado a operações de serviços. Os professores Dick Chase e Douglas Stewart, da University of Southern California, reuniram exemplos de diversos *poka-yokes* de serviços, que classificam como aqueles que “previnem falhas do prestador do serviço” (o criador do serviço) e aqueles que “previnem falhas do cliente” (o receptor do serviço).³

Exemplos para prevenção de falhas do prestador compreendem:

490 3. CHASE, R. B., STEWART, D. M. Make your service fail-safe. *Sloan Management Review*, v. 35, nº 3, 1994.

- codificação colorida de teclas de caixa registradora para prevenir entrada incorreta em operações de varejo;
- a concha de batatas fritas do McDonald's, que pega a quantidade certa de batatas fritas, na orientação correta para serem introduzidas no pacote;
- bandejas usadas em hospitais, com entalhes de forma adequada a cada item necessário para uma cirurgia – qualquer item que não estiver de volta em seu lugar no final da produção pode ter sido deixado no paciente;
- tiras de papel envolvendo toalhas limpas em um hotel, cuja remoção auxilia as arrumadeiras a saberem se uma toalha foi usada e precisa ser substituída.

Exemplos de prevenção de falhas do cliente compreendem:

- travas nas portas das toaletes de aviões, que precisam ser fechadas para acender a luz;
- sinais sonoros nos caixas automáticos de bancos (AIMs – *automatic teller machines*) para assegurar que os clientes retiraram seus cartões;
- barras de altura em divertimentos de parques de diversões para assegurar que os clientes não excedam as limitações de altura;
- esquemas desenhados nas paredes de uma creche ou jardim de infância para indicar onde os brinquedos devem ser colocados depois de brincar;
- estantes para bandejas, estrategicamente colocadas em restaurantes de *fast-food* para lembrar os clientes que devem retirá-las de suas mesas.

Manutenção

Manutenção é o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas cuidando de suas instalações físicas. É uma parte importante da maioria das atividades de produção, especialmente aquelas cujas instalações físicas têm um papel fundamental na produção de seus bens e serviços. Em operações como centrais elétricas, hotéis, companhias aéreas e refinarias petroquímicas, as atividades de manutenção serão responsáveis por uma parte significativa do tempo e da atenção da gerência de produção.

BENEFÍCIOS DA MANUTENÇÃO

Antes de examinar as diversas abordagens para a manutenção, é valioso considerar por que a produção se preocupam em cuidar de suas instalações de forma sistemática.

- *Segurança melhorada*. Instalações bem mantidas têm menor probabilidade de se comportar de forma não previsível ou não padronizada, ou falhar totalmente, todas podendo apresentar riscos para o pessoal.
- *Confiabilidade aumentada*. Conduz a menos tempo perdido com conserto das instalações, menos interrupções das atividades normais de produção, menos variação da vazão de saída e níveis de serviço mais confiáveis.
- *Qualidade maior*. Equipamentos mal mantidos têm maior probabilidade de desempenhar abaixo do padrão e causar problemas de qualidade.

- *Custos de operação mais baixos.* Muitos elementos de tecnologia de processo funcionam mais eficientemente quando recebem manutenção regularmente: veículos, por exemplo.
- *Tempo de vida mais longo.* Cuidado regular, limpeza ou lubrificação podem prolongar a vida efetiva das instalações, reduzindo os pequenos problemas na operação, cujo efeito cumulativo causa desgaste ou deterioração.
- *Valor final mais alto.* Instalações bem mantidas são geralmente mais fáceis de vender no mercado de segunda mão.

TRÊS ABORDAGENS BÁSICAS PARA A MANUTENÇÃO

Na prática, as atividades de manutenção de uma organização consistem em uma combinação de três abordagens básicas para cuidar de suas instalações físicas. Estas são: *trabalhar até quebrar* – TAQ) e *manutenção preditiva* (MPD).

Manutenção corretiva

Como o nome diz, esta abordagem significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a falha ter ocorrido. Por exemplo, as televisões, os equipamentos de banheiros e os telefones em quartos de hotéis provavelmente somente serão consertados depois de terem quebrado. O hotel manterá algumas peças de reposição e o pessoal disponível para fazer os consertos quando necessário. As falhas nessas condições não são nem catastróficas (embora talvez irritem o hóspede) nem tão freqüentes para fazer verificações regulares do estado das instalações.

Manutenção preventiva

A manutenção preventiva visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos pré-planejados. Por exemplo, os motores de um avião de passageiros são verificados, limpos e calibrados de acordo com uma programação regular depois de determinado número de horas de vôo. Tirar o avião de suas obrigações regulares para manutenção preventiva é claramente uma opção dispendiosa para qualquer empresa aérea. As consequências de falhas em serviço, entretanto, são consideravelmente mais sérias. O princípio também é aplicado a instalações com consequências menos catastróficas das falhas. A limpeza e a lubrificação regulares das máquinas, mesmo a pintura periódica de um edifício, podem ser consideradas manutenção preventiva.

Manutenção preditiva

Manutenção preditiva visa realizar manutenção somente quando as instalações precisarem dela. Por exemplo, equipamentos de processamento contínuo, como os usados para cobrir papel fotográfico, funcionam por longos períodos, de modo a conseguir a alta utilização necessária para produção eficiente em custos. Parar a máquina para trocar, digamos, um mancal, quando não é absolutamente necessário fazê-lo, retiraria esses equipamentos de operação por longos períodos e reduziria sua utilização. Neste caso, a manutenção preditiva pode incluir a monitoração contínua das vibrações, por exemplo, ou algumas outras características da linha. Os resultados desta monitoração

seriam então a base para decidir se a linha deveria ser parada e os mancais substituídos. A Tabela 19.2 ilustra algumas das características que podem ser monitoradas para determinar se é necessária alguma intervenção de manutenção.

ESTRATÉGIAS MISTAS DE MANUTENÇÃO

Cada abordagem para a manutenção de instalações é adequada para diferentes circunstâncias. A estratégia TAQ, trabalhar até quebrar, é usada com freqüência nos casos em que o conserto é fácil (logo, a consequência da falha é pequena), quando a manutenção regular é muito dispendiosa (tornando a manutenção preventiva dispendiosa) ou quando a falha não é previsível de forma nenhuma (logo, não há vantagem na manutenção preventiva, porque a falha tem a mesma probabilidade de acontecer antes ou depois do conserto). A manutenção preventiva é usada quando o custo da falha não planejada é alto (devido à interrupção da produção normais) e quando a falha não é totalmente aleatória (assim, o momento da manutenção pode ser programado antes que a falha se torne muito provável). A manutenção preditiva é usada quando a atividade de manutenção é dispendiosa, seja devido ao custo da manutenção em si, seja devido à interrupção da produção causada pela atividade de manutenção.

A maior parte da produção adota uma combinação dessas abordagens, porque diferentes elementos de suas instalações têm diferentes características. Mesmo para um automóvel usam-se as três abordagens (veja Figura 19.5). Algumas partes do carro normalmente são substituídas somente quando falham: as lâmpadas e os fusíveis, por exemplo. Um motorista sábio pode carregar peças de reserva e alguns carros têm sistemas de aviso para indicar ao motorista quando uma lâmpada não funciona, para que a

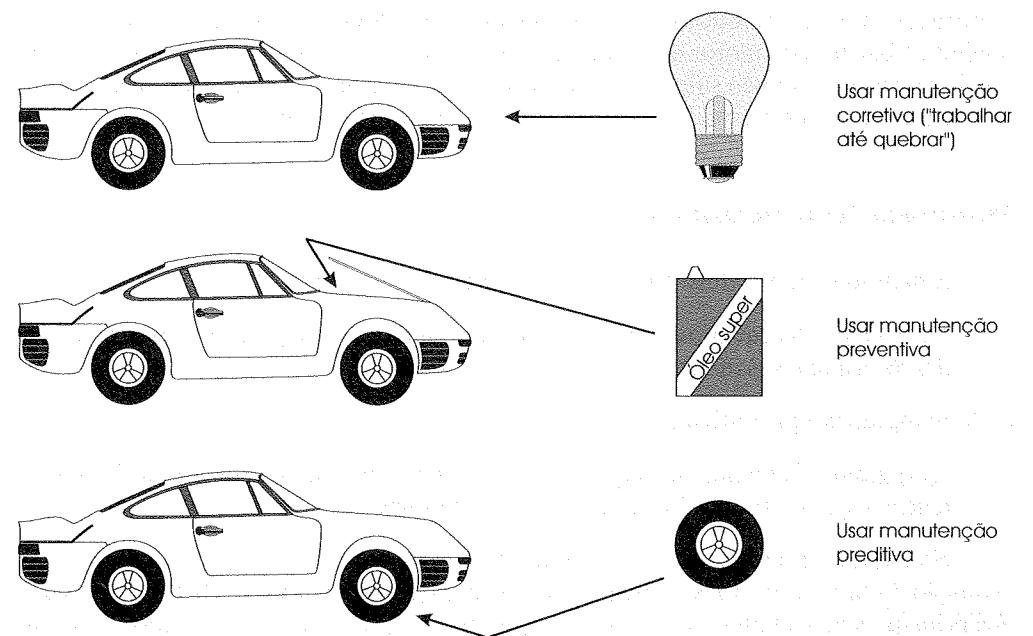


Figura 19.5 Usa-se com freqüência uma combinação das abordagens de manutenção (em um automóvel, por exemplo).

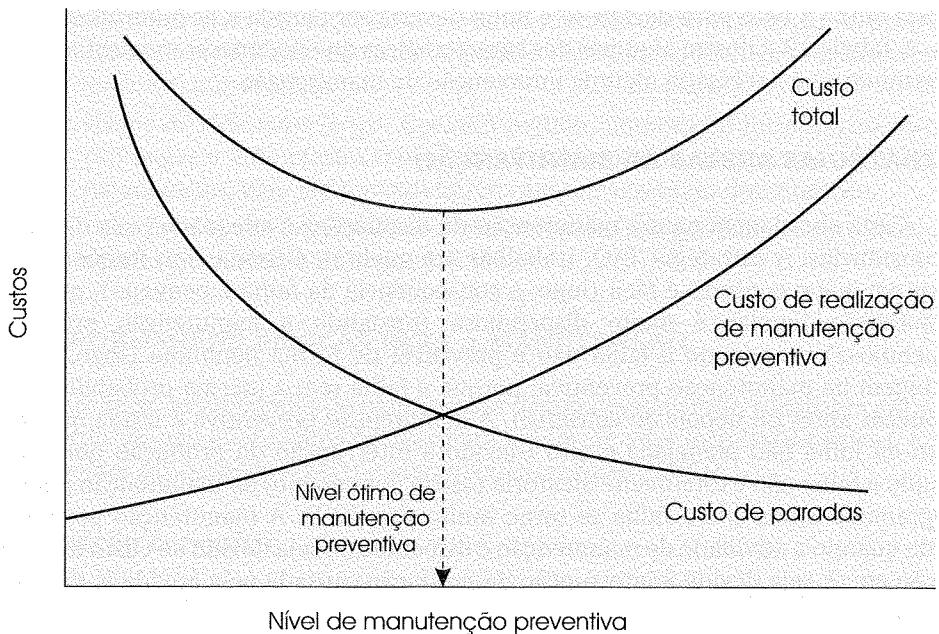


Figura 19.6 Um modelo de custos associados com manutenção mostra um nível ótimo de esforços de manutenção.

falha possa ser identificada e consertada imediatamente. Partes mais fundamentais do carro, entretanto, não devem funcionar até quebrar. O óleo do motor seria um item de manutenção preventiva na manutenção regular do carro. Nesta outras peças do carro também seriam verificadas e substituídas se necessário. Finalmente, a maior parte dos motoristas também monitora as condições do carro. Alguns o fazem informalmente, ouvindo o barulho do motor enquanto dirigem. Outros o fazem regularmente, como ao medir a profundidade do sulco do pneu. De qualquer forma, um conserto (ou substituição do pneu) seria realizado somente quando a manutenção indicasse ser necessário).

Manutenção produtiva total

A manutenção produtiva total (MPT) é definida como:

“(...) a manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”,

onde manutenção produtiva é:

“(...) gestão de manutenção que reconhece a importância de confiabilidade, manutenção e eficiência econômica no projeto de fábricas”.⁴

No Japão, onde a MPT se originou, ela é vista como uma extensão natural na evolução de “manutenção corretiva” para manutenção preventiva. A MPT adota alguns dos princípios de trabalho em equipe e empowerment (autonomia) discutidos no Capítulo 9, bem como uma abordagem de melhoria contínua para prevenir falhas, como discutido no Capítulo 18. Também vê a manutenção como um assunto de toda a empresa, para o qual todas as pessoas podem contribuir de alguma forma. É análogo à abordagem de gestão de qualidade total discutida no Capítulo 20.

494 4. NAKAJIMA, S. Total productive maintenance. Productivity Press, 1988.

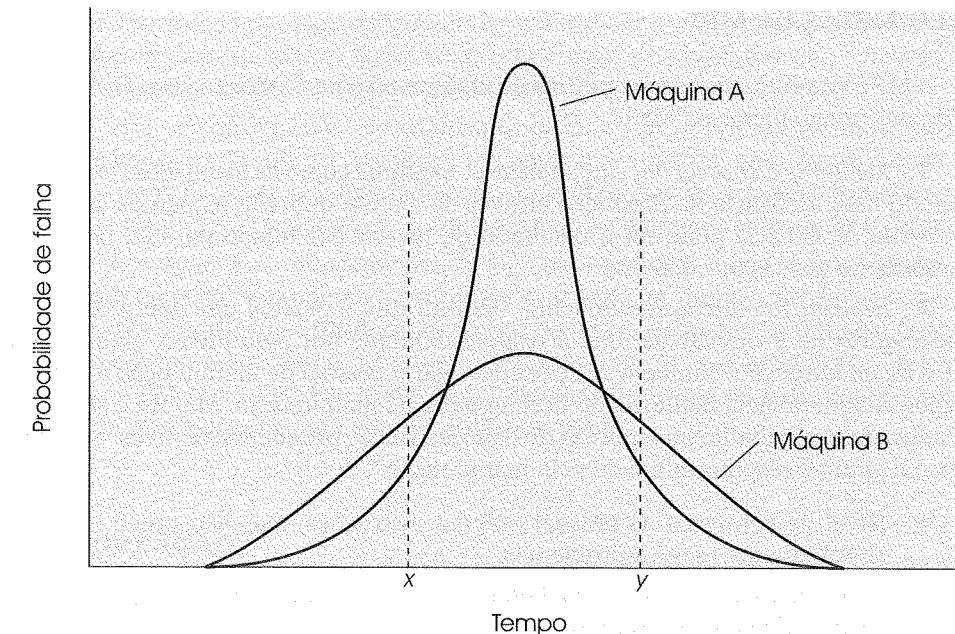


Figura 19.7 Curvas de falhas para duas máquinas, A e B.

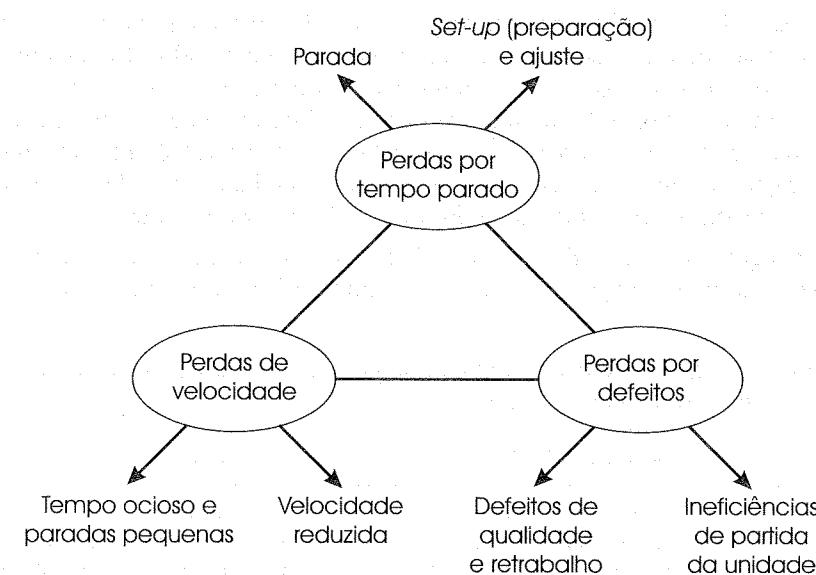


Figura 19.8 Para melhorar a eficácia dos equipamentos é preciso que todos os tipos de perdas sejam investigados.

495

CINCO METAS DA MPT

A MPT visa estabelecer boa prática de manutenção na produção através da percepção das “cinco metas da MPT”.⁵

1 Melhorar a eficácia dos equipamentos. Examina como as instalações estão contribuindo para a eficácia da produção através da análise de todas as perdas que ocorrem. Perda de eficácia pode ser o resultado de perdas por tempo parado, perdas de velocidade ou perdas por defeitos.

2 Realizar manutenção autônoma. Permitir que o pessoal que opera ou usa os equipamentos da produção assuma a responsabilidade por pelo menos algumas das tarefas de manutenção. Também se deve encorajar o pessoal de manutenção a assumir a responsabilidade pela melhoria do desempenho de manutenção. Murata e Harrison, baseados em seu trabalho na empresa de baterias Yuasa, propõem três níveis nos quais o pessoal assume responsabilidade pela manutenção.⁶

- Nível de consertos. O pessoal executa instruções, mas não prevê o futuro, simplesmente reage a problemas.
- Nível de prevenção. O pessoal pode predizer o futuro antevendo problemas e realizando ações corretivas.
- Nível de melhoria. O pessoal pode predizer o futuro antevendo problemas; não somente realizam ações corretivas, mas também propõem melhorias para prevenir recorrência.

Por exemplo, suponhamos que os parafusos de uma máquina fiquem frouxos. Cada semana saltam fora e sofrem manutenção para serem fixados. Um engenheiro de manutenção de “nível de conserto” simplesmente fará o conserto e o devolverá para a produção. Um engenheiro de manutenção do “nível de prevenção” identificará o padrão semanal do problema e apertará os parafusos antes que se soltem. Um engenheiro de manutenção de “nível de melhoria” reconhecerá que há um problema de projeto e modificará a máquina de forma que o problema não ocorra novamente.

3 Planejar a manutenção. Ter uma abordagem totalmente elaborada para todas as atividades de manutenção. Isto deveria incluir o nível de manutenção preventiva

Tabela 19.2 Os papéis e responsabilidades do pessoal de operação e de manutenção na manutenção produtiva total (MPT).

	Pessoal de manutenção	Pessoal de operação
Papéis	<ul style="list-style-type: none"> ● Para desenvolver... ● ações preventivas ● manutenção corretiva 	<ul style="list-style-type: none"> ● Para assumir... ● domínio das instalações ● cuidado com as instalações
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> ● Treinar os operadores ● Planejar a prática de manutenção ● Solução de problemas ● Avaliar a prática operacional 	<ul style="list-style-type: none"> ● Operação correta ● Manutenção preventiva de rotina ● Manutenção preditiva de rotina ● Detecção dos problemas

5. NAKAJIMA, S. Op. cit.

6. MURATA, K, HARRISON, A. *How to make Japanese management methods work in the West*. Gower, 1991.

necessário para cada peça de equipamento, os padrões para manutenção preditiva e as respectivas responsabilidades do pessoal de operação e de manutenção. A Tabela 19.2 ilustra os respectivos papéis do pessoal de “operação” e de “manutenção”.

4 Treinar todo o pessoal em habilidades de manutenção relevantes. As responsabilidades listadas na Tabela 19.2 exigem que tanto o pessoal de manutenção como o de operação tenham todas as habilidades para desempenhar seus papéis. A manutenção produtiva total (MPT) coloca uma forte ênfase no treinamento adequado e contínuo.

5 Conseguir gerir os equipamentos logo no início. Esta meta é direcionada para uma forma de evitar totalmente a manutenção através de “prevenção de manutenção” (PM). A PM compreende considerar as causas de falhas e a manutenibilidade dos equipamentos durante sua etapa de projeto, sua manufatura, sua instalação. Em outras palavras, a PM tenta rastrear todos os problemas potenciais de manutenção até sua causa primeira e depois tenta eliminá-los nesse ponto.

Recuperação

Paralelamente à consideração de formas de evitar que falhas ocorram, os gerentes de produção precisam decidir o que farão quando as falhas de fato ocorrerem. Esta atividade é chamada *recuperação* da falha. Todos os tipos de operações podem beneficiar-se de uma recuperação bem planejada. Por exemplo, uma empresa de construção, cuja escavadora mecânica quebra, pode ter planos definidos para conseguir uma substituição de uma empresa de leasing. A parada pode ter graves consequências, mas não tanto quanto poderia ter se o gerente de produção não tivesse definido o que fazer.

Recuperação em operações de serviços

A recuperação foi especialmente desenvolvida em operações de serviços. Diz-se que a palavra *recuperação* originou-se da campanha “Colocando o cliente em primeiro lugar” da British Airways.⁷ Donald Porter, o consultor envolvido com a British Airways, declarou:

“Não havia nos ocorrido antes de nenhuma forma concreta. ‘Recuperação’ foi o termo que cunhamos para descrever uma preocupação repetida com muita freqüência. Se algo sair errado, como freqüentemente ocorre, alguém fará esforços especiais para consertá-lo? Alguém sairá de seu caminho para cuidar de consertar as coisas junto ao cliente? Alguém faz algum esforço para compensar o impacto negativo de uma ‘pisada na bola’?”

Também foi sugerido que a recuperação de serviços não somente significa “retornar a um estado normal”, mas a um estado de percepção melhorada.

“Todas as falhas exigem que o prestador do serviço passe por uma experiência dolorosa para trazer o cliente de volta a um estado neutro. Mais dolorosa é a experiência das vítimas ao se recuperarem.”⁸

7. ZEMKE, R., SCHAAF, R. *The service edge: 101 companies that profit from customer care*. Plume Books, 1990.

8. ZEMKE, R., BELL, C. R. *Service wisdom: creating and maintaining the customer service edge*. Lakewood Books.

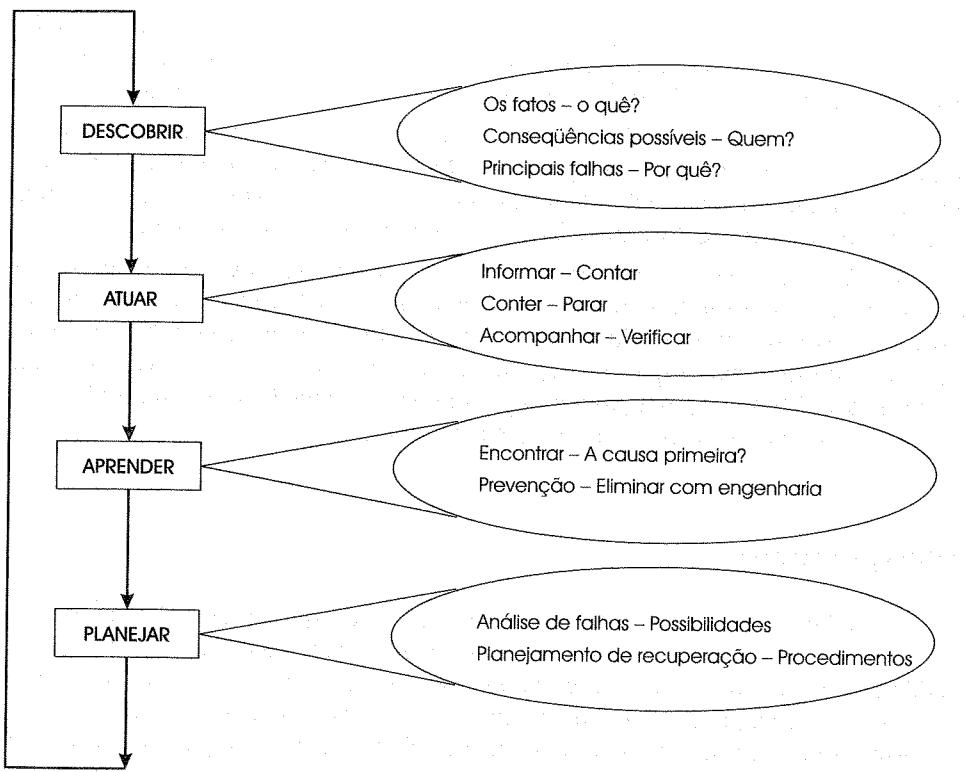


Figura 19.9 As etapas do planejamento de recuperação de falhas.

Os gerentes de operações de serviços precisam reconhecer que todos os clientes têm expectativas de recuperação que esperam ser atendidas pelas organizações. A recuperação precisa ser um processo planejado. As organizações precisam projetar respostas adequadas às falhas, por isso vinculadas ao custo e à inconveniência causada ao cliente pela falha; essas respostas atenderão às necessidades e expectativas dos clientes. Esses processos de recuperação precisam ser realizados por pessoal da linha de frente com autonomia (*empowered*) ou pessoal treinado que está disponível para lidar com a recuperação de uma forma que não interfira nas atividades do serviço do dia-a-dia. (Veja a discussão sobre “*Empowerment*” no Capítulo 9.)

Resumo

- Problemas de falhas e erros são uma parte inevitável e intrínseca da vida da produção. As coisas sempre estão saindo errado. Este é o porquê de os gerentes de produção precisarem estar preocupados com as causas e efeitos de falhas, assim como serem ativos nas tentativas de minimizar falhas. Nem todas as falhas são igualmente sérias e a atenção é normalmente direcionada para aquelas que têm o maior impacto sobre a produção ou seus clientes.
- As falhas ocorrem em operações por diversas razões. Algumas são resultado direto dos bens ou serviços fornecidos para a produção. Outras ocorrem dentro da produ-

ção, seja porque há uma falha global em seu projeto, seja porque uma ou mais de suas instalações físicas pár de funcionar ou porque há erro humano. Os clientes também podem causar falhas através do manuseio incorreto dos bens e serviços.

- Há três formas de medir as falhas. As taxas de falhas indicam a probabilidade de frequência de uma falha ocorrer; a confiabilidade mede a probabilidade de uma falha ocorrer; e disponibilidade é a quantidade de tempo de operação disponível e útil para o funcionamento que sobra depois de descontadas as falhas.
- A probabilidade de alguma coisa falhar durante o tempo pode ser descrita por uma curva de probabilidades. A mais comum delas é a curva da “banheira”, que tem três etapas – a etapa de mortalidade infantil ou de início de vida, a etapa de vida de operação normal e a etapa final de desgaste.
- A detecção e análise de falhas compreende instalar mecanismos que detectam quando ocorreu algum tipo de falha e então analisar a falha para tentar compreender suas causas primeiras.
- Depois de detectar e compreender uma falha, os gerentes de produção precisam trabalhar para melhorar a confiabilidade da produção. Isto pode ser feito tentando eliminar, no projeto, os pontos de falhas potenciais na operação, introduzindo redundância na produção, tornando a produção à prova de falhas, de forma a tornar óbvias as falhas e falhas potenciais. O método mais comum para melhorar a confiabilidade da produção, entretanto, é fazer a manutenção das instalações físicas de forma planejada e sistemática.
- Há três abordagens amplas para manutenção. A primeira é fazer funcionar as instalações até que quebrem e então consertá-las (manutenção corretiva); a segunda é manter regularmente as instalações, mesmo se não pararem, de forma a prevenir a possibilidade de paradas futuras; a terceira é monitorar minuciosamente as instalações para tentar predizer quando a parada pode ocorrer e antecipá-la através dos reparos na instalação.
- O conceito de manutenção produtiva total (MPT) é o mais avançado no desenvolvimento de idéias de manutenção. É análogo à gestão da qualidade total (GQT), à medida que propõe o deslocamento da responsabilidade da manutenção e cuidados para toda a organização.
- Paralelamente à prevenção de falhas, a gerência de produção deve planejar o que vai fazer se ocorrer uma falha. Isto é importante, porque recuperar-se de uma falha pode ter um efeito significativo na formação das percepções dos clientes da organização. O planejamento da recuperação de falhas proporciona um quadro sistemático, que pode ser usado para reagir a falhas quando estas ocorrerem.

Questões para discussão

1. Descreva brevemente uma ocasião em que um produto que você comprou ou um serviço que lhe foi prestado falharam. Identifique todas as diferentes razões pelas quais isto aconteceu e avalie a que você acha que foi a mais provável.
2. De quais formas os clientes poderiam “falhar” no uso de um banco? Como a gerência do banco pode usar esta informação para melhorar sua produção?
3. Quais você acha que seriam as melhores formas de medir falhas para: um curso na universidade;

- um elevador;
um serviço de segurança;
um kit doméstico para teste de gravidez;
um carro.
- Um caixa automático fora de um banco foi fechado nos seguintes horários durante um período de sete dias:
 11h00 segunda-feira – 14h00 segunda-feira
 1h00 segunda-feira – 10h30 terça-feira
 4h00 terça-feira – 10h00 quarta-feira
 15h00 sexta-feira – 10h00 sábado
 Calcule a taxa de falhas do caixa automático (em tempo), o tempo médio entre falhas e sua disponibilidade.
 - Um fabricante tem quatro máquinas que são usadas em seqüência: decapagem, tratamento por vapor, raspagem e polimento. As confiabilidades das máquinas individuais são 95%, 78%, 45% e 56%, respectivamente. Neste ano, o Diretor Administrativo concordou em comprar uma nova máquina para substituir uma das antigas. As taxas de falhas das possíveis máquinas substitutas são mostradas na Tabela 19.3. Qual você recomendaria escolher para maximizar a confiabilidade de todo o processo?

Tabela 19.3

Possíveis máquinas substitutas	Taxas de falhas conhecidas
Superdecap	1/10
Decapox XXXX	7/30
Vaporconst	1/20
A máquina do vapor	3/40
Raspadora Mark2	1/10
Raspalot	4/25
Raspamais	3/25
Polidora	6/70
Superpolitriz*	1/5
Politudo*	1/6

* Note que ambas as máquinas Superapolitriz e Politudo podem, cada uma, substituir duas máquinas: a de raspagem e a de polimento.

- Faça um diagrama de fluxo do processo de um serviço que usou recentemente, identificando o que você considera serem os principais pontos de falhas. Avalie os *poka-yokes* em evidência e explique como você pode projetar *poka-yokes* para evitar os pontos de falhas que você identificou.
- Descreva a diferença entre as abordagens de manutenção “corretiva”, “manutenção preditiva” e “manutenção preventiva”. Forneça exemplos de sua própria experiência para ilustrar sua resposta.

- Descreva uma falha recente de um equipamento, produto ou serviço que o envolveu. A organização fez alguma tentativa para recuperar a situação? Se foi o caso, como? Se não, quais passos poderiam ter sido dados para realizar uma recuperação?

Leituras complementares selecionadas

- ALBRECHT, K., BRADFORD, L. J. *The service advantage*. Dow Jones Irwin, 1990.
- DALE, B. G. *Managing quality*. 2. ed., Prentice-Hall, 1994.
- DHILLON, B. S., REICHE, H. *Reliability and maintainability management*. Van Nostrand Reinhold, 1985.
- EVANS, J. R., LINDSAY, W. M. *The management and control of quality*. 2. ed. West, 1993.
- HARRISON, A. *Just in time manufacturing in perspective*. Prentice-Hall, 1992.
- HAYES, R. H., CLARK, K. B. Why some factories are more productive than others. *Harvard Business Review*, v. 64, nº 5, Sept./Oct. 1986.
- HESKETT, J. L., SASSER, W. E., HART, C. W. L. *Service breakthroughs: changing the rules of the game*. Free Press, 1990.
- NAKAJIMA, S. *Total productive maintenance*. Productivity Press, 1988.
- RAOUEF, A., ALI, Z., DUFFUAA, S. O. Evaluating a computerized maintenance management system. *International Journal of Operations and Production Research*, v. 13, nº 3, 1993.
- SHERWIN, D. J. Inspect or monitor. *Engineering Costs and Production Economics*, Jan. 1990.
- TOTAL Productive Maintenance. Proceedings of the First International Conference 1992, publicado por Industrial Newsletters.
- WILKINSON, J. J. How to manage maintenance. *Harvard Business Review*, v. 46, Mar./Apr. 1968.

ADMINISTRAÇÃO DA QUALIDADE TOTAL

INTRODUÇÃO

Argumenta-se que a administração da qualidade total (TQM – *total quality management*) seja a mais significativa das novas idéias que apareceram no cenário da administração da produção nos últimos anos. Deve haver poucos, se houver, gerentes em qualquer economia desenvolvida que não tenha ouvido falar de TQM. Certamente, TQM exerceu forte impacto na maioria dos setores industriais, indo além do modismo recente. Há duas razões para isso: primeira, as idéias de TQM exercem forte atração intuitiva sobre muitas pessoas – a maioria de nós deseja ser de “alta qualidade”. Segunda, uma abordagem de TQM para melhoria pode resultar em fortes aumentos da eficácia operacional. Neste livro, separamos o planejamento e controle da qualidade (Capítulo 17) de TQM porque esta envolve muito mais do que qualidade. Envolve a melhoria de todos os

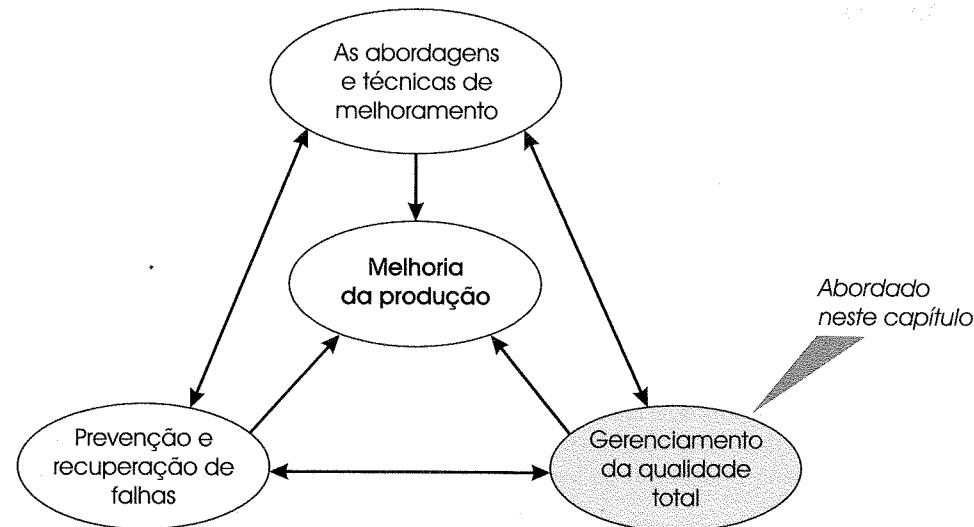


Figura 20.1 *Modelo de melhoria de produção mostrando os assuntos cobertos neste capítulo.*

aspectos de desempenho da produção e, particularmente, como essa melhoria deve ser administrada.

Este capítulo examina TQM como filosofia de melhoria e, também, como um processo organizacional que pode ser usado para administrar o esforço de melhoria (veja a Figura 20.1).

OBJETIVOS

Este capítulo examinará:

- as origens de TQM e as contribuições de seus principais gurus;
- as diferenças entre as abordagens tradicionais da qualidade e TQM;
- como as iniciativas de qualidade podem ser administradas através de uma abordagem de TQM;
- a abordagem ISO 9000/BS5750 para a administração da qualidade;
- como os prêmios de qualidade buscam promover TQM.

Origens de TQM

A noção de administração da qualidade total foi introduzida por Feigenbaum, em 1957. Mais recentemente, tem sido desenvolvida através de várias abordagens amplamente conhecidas, introduzidas por vários “gurus da qualidade”, como Deming, Juran, Ishikawa, Taguchi e Crosby. Assim, conhecer as origens de TQM é importante para entender as contribuições desses pioneiros da qualidade.

Gurus da qualidade

ARMAND FEIGENBAUM

Armand Feigenbaum fazia o doutorado no Massachusetts Institute of Technology nos anos 50 quando preparou a primeira edição de seu livro *Total quality control*. Ele define TQM como:

“um sistema eficaz para integrar esforços de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade dos vários grupos de uma organização, permitindo levar a produção e o serviço aos níveis mais econômicos da operação e que atendam plenamente à satisfação do consumidor”.¹

Embora tenha sido publicado nos Estados Unidos, foram os japoneses que primeiramente colocaram o conceito em prática em escala ampla e, consequentemente, popularizaram a abordagem e a sigla TQM.

1. FEIGENBAUM, A. V. *Total quality control*. McGraw-Hill, 1986.

W. E. DEMING

W. Edward Deming, considerado no Japão o pai do controle de qualidade, afirmou que a qualidade começa com a alta administração e é uma atividade estratégica.² Afirma-se que muito do sucesso da indústria japonesa em termos de qualidade foi resultado de suas conferências apresentadas nos anos 50.³ A filosofia básica de Deming é que a qualidade e a produtividade aumentam à medida que a “variabilidade do processo” (imprevisibilidade do processo) diminui. Em seu *14 pontos para a melhoria da qualidade*, ele enfatiza a necessidade de métodos estatísticos de controle, participação, educação e melhoria objetiva.

1. Crie constância de propósito.
2. Adote nova filosofia.
3. Cesse a dependência da inspeção.
4. Evite ganhar negócio baseando-se em preço.
5. Melhore constantemente o sistema de produção e serviço.
6. Institua treinamento no trabalho.
7. Institua liderança.
8. Elimine o medo.
9. Rompa barreiras interdepartamentais.
10. Elimine *slogans* e exortações.
11. Elimine quotas ou padrões de trabalho.
12. Faça com que as pessoas sintam orgulho pelo trabalho.
13. Institua programas de educação e de automelhoria.
14. Coloque todos para trabalhar pelo atingimento das metas.

J. M. JURAN

Joseph M. Juran foi também educador-chave para a administração da qualidade japonesa. Tentou fazer com que as organizações se movessem da visão fabril tradicional de qualidade como “atendimento às especificações” para uma abordagem mais voltada ao usuário, para o que criou a expressão *adequação ao uso*. Apontou que um produto perigoso podia atender às especificações, mas não estaria adequado ao uso. Como Deming, Juran estava preocupado com as atividades administrativas e a responsabilidade pela qualidade, mas estava também atento ao impacto da ação dos trabalhadores diretos e envolveu-se, em alguma extensão, com a motivação e a participação da força de trabalho nas atividades de melhoria da qualidade.⁴

2. DEMING, W. E. *Quality, productivity and competitive position*. MIT Center for Advanced Engineering Study, 1986.
3. OAKLAND, S. S. *Total quality management*. 2. ed. Heinemann, 1992.
4. JURAN, J. M. *Juran on leadership for quality, and executive handbook*. Free, 1980; _____, GRYNA, F. *Quality planning and analysis*. McGraw-Hill, 1980; _____, BINGHAM, R. S. *Quality control handbook*. 4. ed. McGraw-Hill, 1988.

K. ISHIKAWA

Kaoru Ishikawa, baseado nos trabalhos de Feigenbaum, Deming e Juran, recebeu crédito como criador do conceito de círculos de qualidade e dos diagramas de causa-e-efeito (veja o Capítulo 18). Ishikawa⁵ afirmou que houvera um período de ênfase excessiva no controle estatístico da qualidade (no Japão) e, como resultado, as pessoas não gostavam de controle de qualidade. Viam como algo desagradável porque recebiam ferramentas complexas e difíceis, em vez de mais simples. Além disso, os padrões criados para produtos e processos e a imposição de padrões de especificação rígidos tornaram-se uma carga, que não apenas dificultava a mudança, mas também fazia as pessoas sentir-se amarradas pelas regulamentações. Ishikawa via a participação do trabalhador como chave para a implementação bem-sucedida de TQM. Acreditava que os círculos de qualidade eram veículo importante para realizar isso.

G. TAGUCHI

Genichi Taguchi (veja também o Capítulo 5) foi diretor da Academia Japonesa de Qualidade e estava preocupado com a qualidade da engenharia, através da otimização do *design* do produto, combinado com métodos estatísticos de controle da qualidade. Estimulou as reuniões interativas de equipes de operários e gerentes visando criticar e desenvolver *design* de produto. A definição de qualidade de Taguchi utiliza o conceito de perda imposta pelo produto ou serviço à sociedade, desde o momento em que ele é criado. Sua função perda da qualidade ou (*QLF – quality loss function*) inclui fatores como custos de garantia, reclamações do consumidor e perda da boa vontade do consumidor.⁶

P. B. CROSBY

Philip B. Crosby⁷ é mais conhecido por seu trabalho sobre custo da qualidade. Sugeriu que muitas organizações não sabem quanto gastam em qualidade, seja para consertarem o que fazem errado ou para fazerem certo. Afirmou que as organizações que mensuram seus custos dizem que estes representam 30% do valor das vendas. (Juran estimou que os custos da qualidade total em produção representam, em média, 10% do valor das vendas e Feigenbaum sugere a idéia de uma “fábrica escondida” em todas organizações que usam um décimo de sua capacidade produtiva sem tirar disso qualquer benefício. Crosby procurou destacar os custos e benefícios da implementação de programas de qualidade através de seu livro *Quality is free*, no qual apresentou um programa de *zero defeito* que acreditava poder reduzir o custo total de qualidade. Isso é resumido em suas máximas da administração da qualidade.⁸

1. Qualidade é conformidade às exigências.
 2. Prevenção, não inspeção.
 3. O padrão de desempenho deve ser “zero defeito”.
-
5. ISHIKAWA, K. *Guide to quality control*. Asian Productivity Organization, 1972; _____. *What is total quality control? the Japanese way*. Prentice-Hall, 1985.
 6. TAGUCHI, G., CLAUSING, D. Robust quality. *Harvard Business Review*, p. 65-75, Jan./Feb. 1990.
 7. CROSBY, P. B. *Quality is free*. McGraw-Hill, 1979.
 8. Idem.

4. Mensure o “preço da não-conformidade”.
5. Não existe esta figura chamada problema de qualidade.

Acrescentam-se também suas 14 fases da qualidade:⁹

1. Crie envolvimento da administração.
2. Forme equipes interdepartamentais de qualidade.
3. Estabeleça mensuração da qualidade.
4. Avalie o custo da qualidade.
5. Estabeleça consciência de qualidade.
6. Instigue ação corretiva.
7. Organize comitê específico para o programa de zero defeito.
8. Supervisione o treinamento de funcionários.
9. Estabeleça o dia do zero defeito.
10. Estabelecimento de metas para os funcionários.
11. Eliminação das causas dos erros.
12. Reconhecimento por cumprimento e superação de metas.
13. Estabeleça conselhos de qualidade.
14. Faça repetidamente.

Embora não seja um catálogo exaustivo daqueles que contribuíram para a idéia de TQM, a lista acima dá-nos uma amostra de como TQM se desenvolveu. Mesmo a partir desse breve resumo de seu trabalho, é evidente que cada guru destacou um conjunto diferente de assuntos que deu origem à abordagem de TQM para a melhoria das operações. Cada colaborador, com sabedoria, é visto como tendo destacado alguns pontos particularmente significantes e como tendo, talvez, negligenciado outros assuntos, agora vistos como importantes. A Tabela 20.1 resume as forças e fraquezas da abordagem de cada guru.

Que é TQM?

Em face disso, parece que esses gurus fornecem soluções diferentes para trazer melhoria nas organizações. Entretanto, o professor John Oakland, autoridade em TQM, sugeriu que “eles falam a mesma linguagem, mas usam dialetos diferentes”.¹⁰ TQM é uma filosofia, uma forma de pensar e trabalhar, que se preocupa com o atendimento das necessidades e das expectativas dos consumidores. Tenta mover o foco da qualidade de uma atividade puramente operacional, transformando-a em responsabilidade de toda a organização. Através de TQM, a qualidade torna-se preocupação de todas as pessoas de uma organização. Dedicase também à redução dos custos da qualidade, em particular, dos custos de falhas. TQM também se dedica ao processo de melhoria contínua, discutido no Capítulo 18.

9. CROSBY, P. B. Op. cit.

506 10. OAKLAND, J. S. *Total quality management*. 2. ed. Heinemann, 1992.

TQM é extensão do controle de qualidade

TQM pode ser vista como uma extensão lógica da maneira em que a prática da qualidade tem progredido (veja a Figura 20.2). Originalmente, a qualidade era atingida por inspeção – separar os defeitos antes de serem percebidos pelos consumidores. O conceito de controle da qualidade desenvolveu uma abordagem mais sistemática não apenas para detectar, mas também para tratar os problemas de qualidade. A garantia da qualidade ampliou a responsabilidade da qualidade ao incluir outras funções, além das operações diretas. Também tornou crescente o uso de técnicas estatísticas mais sofisticadas para a qualidade. TQM envolve muito do que já existia, mas desenvolveu seus temas exclusivos. Usaremos alguns desses temas para descrever como TQM representa uma mudança clara nas abordagens tradicionais de qualidade.

Especificamente, TQM pode ser vista como envolvendo o seguinte:

- atendimento das necessidades e expectativas dos consumidores;
- inclusão de todas as partes da organização;
- inclusão de todas as pessoas da organização;
- exame de todos os custos relacionados com qualidade;
- fazer “as coisas certo da primeira vez”, por exemplo, enfatizando a construção da qualidade desde o design em vez de apenas inspecionar;
- desenvolvimento de sistemas e procedimentos que apóiem qualidade e melhoria;
- desenvolvimento de um processo de melhoria contínua (isso foi tratado no Capítulo 18).

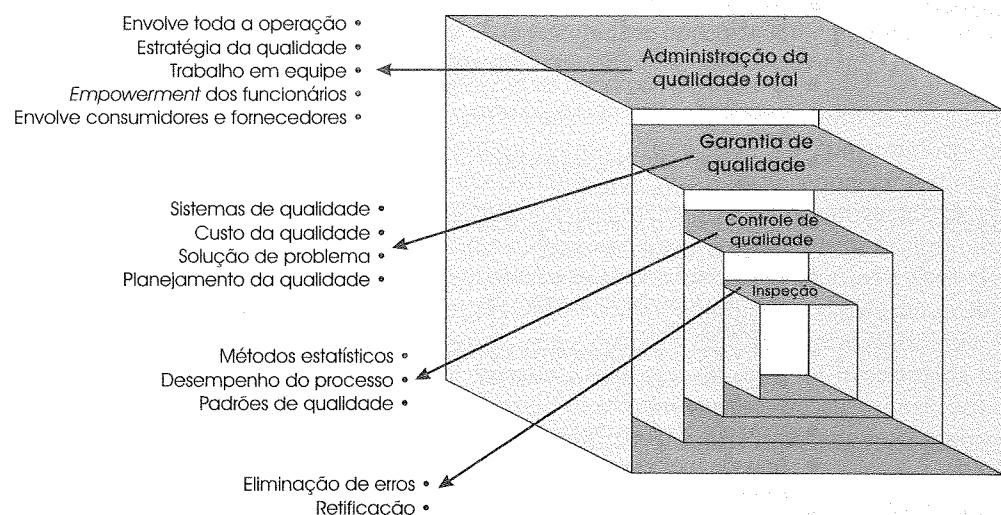


Figura 20.2 A administração da qualidade total pode ser vista como extensão natural de abordagens anteriores para a administração da qualidade.

Tabela 20.1 Forças e fraquezas de alguns dos gurus da qualidade.¹¹

Guru da qualidade	Forças da abordagem	Fraquezas da abordagem
Feigenbaum	<ul style="list-style-type: none"> ● Fornece abordagem total ao controle de qualidade. ● Enfatiza a importância da administração. ● Inclui idéias de sistemas sócio-técnicos. ● Promove participação de todos os funcionários. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Não faz discriminação entre diferentes contextos de qualidade. ● Não reúne diferentes teorias da administração em um todo coerente.
Deming	<ul style="list-style-type: none"> ● Fornece lógica sistemática e funcional que identifica estágios da melhoria da qualidade. ● Enfatiza que a administração antecede a tecnologia. ● Liderança e motivação são reconhecidas como importantes. ● Enfatiza o papel dos métodos estatísticos e quantitativos. ● Reconhece os diferentes contextos do Japão e da América do Norte. 	<ul style="list-style-type: none"> ● O plano de ação e os princípios metodológicos são, às vezes, vagos. ● A abordagem de liderança e motivação é vista por alguns como idiossincrática. ● Não trata situações políticas ou coercitivas.
Juran	<ul style="list-style-type: none"> ● Enfatiza a necessidade de deixar de lado a euforia exagerada e os slogans de qualidade. ● Destaca o papel do consumidor e do consumidor interno. ● Destaca o envolvimento e o comprometimento da administração. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Não se relaciona a outros trabalhos sobre liderança e motivação. ● Para alguns, desconsidera a contribuição do trabalhador ao rejeitar iniciativas participativas. ● Visto como sendo mais forte em sistemas de controle do que nas dimensões humanas das organizações.
Ishikawa	<ul style="list-style-type: none"> ● Ênfase forte na importância da participação das pessoas no processo de solução de problemas. ● Oferece um composto de técnicas estatísticas e de orientação para pessoas. ● Introduz a idéia de círculos de controle da qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Parte de seu método de solução de problemas é visto como simplista. ● Não lida adequadamente com a passagem das idéias para a ação nos círculos de qualidade.
Taguchi	<ul style="list-style-type: none"> ● Abordagem que trata a qualidade desde o estágio de design. ● Reconhece a qualidade como assunto da sociedade, além de organizacional. ● Os métodos são desenvolvidos para engenheiros práticos em vez de estatísticos teóricos. ● Forte em controle do processo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● De difícil aplicação quando o desempenho é difícil de medir (por exemplo, no setor de serviços). ● A qualidade é controlada principalmente por especialistas, em vez de gerentes e operários. ● Considerado, geralmente, fraco para motivar e administrar pessoas.
Crosby	<ul style="list-style-type: none"> ● Fornece métodos claros fáceis de seguir. ● A participação do trabalhador é reconhecida como importante. ● Forte em explicar a realidade da qualidade e em motivar as pessoas a iniciar o processo de qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Visto por alguns como culpando os trabalhadores pelos problemas de qualidade. ● Visto por alguns como enfatizando slogans e lugares comuns, em vez de reconhecer dificuldades genuínas. ● O programa defeito zero é visto, às vezes, como algo que evita o risco. ● Insuficiente ênfase em métodos estatísticos.

508 11. Baseada na análise de FLOOD, R. L. *Beyond TQM*. Wiley, 1993.

Marks and Spencer ... melhoria contínua do serviço ao consumidor é essencial; quatro entre cinco funcionários da loja estão trabalhando nos andares de vendas e especialistas no aconselhamento de vendas estão sendo treinados para orientar os consumidores.

BMW ... as exigências do consumidor feitas com pouca antecedência podem ser atendidas mais satisfatoriamente. Os revendedores BMW fizeram investimentos substanciais para melhorar as condições de oportunidades de vendas a longo prazo e o serviço intensivo ao consumidor.

McDonald's ... prioridade número um – nunca esquecemos que nossos consumidores podem escolher onde comer; assim, todas as partes de nossa operação são construídas para assegurar que todos que nos visitam desejem voltar sempre.

Le Creuset ... procuramos oferecer a nossos consumidores um serviço que não seja superado por nenhum outro; estamos sempre procurando melhorar.

EuroDisney ... nosso desafio permanente é manter um programa de treinamento bastante intensivo para assegurar a melhoria contínua de nosso serviço.

Carnaud Metalbox ... a parceria com nossos consumidores é outra chave para nosso futuro ... a maior parte do crescimento de nosso negócio pode ser atribuído à melhoria do serviço ao consumidor.

Figura 20.3 Partes retiradas de relatórios publicados por empresas selecionadas (1992-1993), enfatizando o compromisso de qualidade de seus serviços junto ao consumidor.

TQM cobre todas as partes da organização

*“Para uma organização ser verdadeiramente eficaz, cada parte dela, cada departamento, atividade, pessoa e nível deve trabalhar apropriadamente em conjunto, porque todas as pessoas e atividades afetam-se e são afetadas entre si.”*¹²

Um dos aspectos mais poderosos para a adoção de TQM é o conceito de consumidor e fornecedor interno. Esse é um reconhecimento de que todos são consumidores de bens ou serviços dentro da organização, fornecidos por outros fornecedores internos. A implicação disso é que os erros nos serviços fornecidos dentro da organização, certamente, afetarão o produto ou serviço que chega ao consumidor externo. Assim, uma das melhores maneiras de assegurar a satisfação dos consumidores externos é estabelecer a idéia de que todas as partes da organização contribuem para a satisfação desses consumidores, satisfazendo, inicialmente, seus próprios consumidores internos. A idéia dos relacionamentos consumidor interno-fornecedor interno foi introduzida no Capítulo 2 quando discutimos a hierarquia das operações e descrevemos como “microoperações” formam uma rede conectando fluxos físicos e fluxos de informações dentro da “macro-operação”.

Essa cadeia de consumidores e fornecedores é um conceito central de TQM, mas o diagrama da Figura 20.4 dá uma idéia errada de sua complexidade. Na criação de produtos e serviços finais, há, geralmente, uma miríade de atividades e funções relacionadas, mas, normalmente, não tão claras como esse simples diagrama mostra. Os relacionamentos são complexos, mas o princípio é claro – todos precisam “fazer certo a

12. MUHLEMANN, A.; OAKLAND, J.; LOCKYER, K. *Production and operations management*. 6. ed. Pitman, 1992.

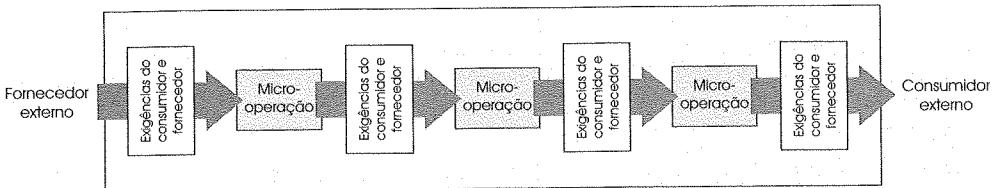


Figura 20.4 Relacionamento consumidor interno/fornecedor entre microoperações.

sua parte” em termos de atender às expectativas de seus consumidores. Uma falha em qualquer ponto da rede interna de relacionamentos consumidor-fornecedor pode implicar ramificações significativas para o restante da organização e para seus consumidores externos.

CHECK-LIST DO CONSUMIDOR INTERNO DA HEWLETT-PACKARD¹³

A indústria de computadores tem sempre estado na linha de frente do desenvolvimento e da utilização dos conceitos de qualidade. As falhas de qualidade de hardware, software ou serviço são imediatamente percebidas pelos consumidores e põem em sério risco sua confiança no consumidor. A Hewlett-Packard, empresa mundial de sistemas de informação, não é exceção. Foi uma das primeiras empresas a implantar com sucesso o conceito de consumidor interno em suas operações. Parte do uso do conceito foi um curto, mas eficaz, *check-list* “de bolso” desenvolvido em sua fábrica de Queensferry, na Escócia. O guia de bolso foi distribuído para toda a empresa. Ele sugere que cada parte da organização deve fazer cinco perguntas consideradas fundamentais para a operação.

- Quem são meus consumidores internos?
- O que eles necessitam?
- Qual o meu produto ou serviço?
- Quais as expectativas e formas de avaliação de meus consumidores internos?
- Meu produto ou serviço atende a suas expectativas?
- Qual o processo de fornecimento de meu produto ou serviço?
- Que ação é exigida para melhorar o processo?

Depois, a HP começou a desenvolver uma metodologia de solução de problemas, baseada nas sete perguntas. Os estágios da metodologia foram os seguintes:

- Selecione o problema de qualidade.
- Explicite escrevendo o assunto.
- Identifique o processo.
- Desenhe um fluxograma.

13. **Fonte:** REES, J., RIGBY, P. Total quality control: the Hewlett-Packard way. In: CHASE, R. L. (Org.). *Total quality management*. IFS, 1988.

- Selecione uma medida de desempenho para o processo.
- Conduza uma análise de causa-e-efeito.
- Colete e analise os dados.
- Identifique as principais causas do problema de qualidade.
- Planeje melhorias.
- Tome a ação corretiva.
- Colete e analise, novamente, os dados.
- Os objetivos foram atendidos?
- Se sim, documente e padronize as mudanças.

Qualquer pessoa da organização contribui para a qualidade

Às vezes, TQM é associado a “qualidade na fonte”. Essa noção destaca o impacto de cada funcionário sobre a qualidade, bem como a idéia da responsabilidade pessoal na obtenção da qualidade correta. Qualquer pessoa em uma operação tem o potencial de prejudicar seriamente a qualidade dos produtos ou serviços recebidos pelos consumidores. Alguns funcionários podem afetar diretamente a qualidade. Os envolvidos fisicamente no processo de fabricação e os que atendem diretamente aos consumidores têm a capacidade de cometer erros que serão imediatamente percebidos pelos consumidores (embora esses efeitos possam ser percebidos muito mais rapidamente nas operações de serviço). Entretanto, outros funcionários menos diretamente envolvidos na produção de bens e serviços podem também gerar problemas – o digitador que tecla um dado errado, o designer que não investiga as condições sob as quais os produtos serão usados na prática, o previsor de mercado que não procura descobrir que informações realmente serão úteis para a administração da produção e até o encarregado de limpeza que falha em cumprir padrões de higiene apropriados para a fábrica. Cada uma dessas pessoas pode disparar uma cadeia de eventos que os consumidores, no final, identificarão como produtos e serviços de má qualidade.

Assim, concluímos que se todos têm condições de prejudicar a qualidade, todos também podem melhorá-la, apenas “não cometendo erros”.

Todos os custos de qualidade são considerados

Poucos gerentes de produção duvidariam que a administração da qualidade é uma coisa boa e necessária a ser feita. Os benefícios foram discutidos nos Capítulos 2 e 17. Entretanto, há um preço a pagar. Os custos de controle da qualidade podem não ser pequenos, sejam eles responsabilidade dos indivíduos ou de um departamento de controle de qualidade. Assim, é necessário examinar todos os custos e benefícios associados com a qualidade (de fato, o “custo da qualidade”, geralmente, refere-se tanto aos custos como aos benefícios da qualidade). Geralmente, esses custos da qualidade são classificados como *custos de prevenção*, *de avaliação*, *de falha interna* e *de falha externa*.

CUSTOS DE PREVENÇÃO

Custos de prevenção são aqueles incorridos na prevenção de problemas, falhas e erros. Incluem atividades como as seguintes:

- identificação de problemas potenciais e correção do processo antes da ocorrência de má qualidade;
- design e melhoria do design de produtos, serviços e processos para reduzir os problemas de qualidade;
- treinamento e desenvolvimento para o pessoal desenvolver seu trabalho da melhor maneira.

CUSTOS DE AVALIAÇÃO

Custos de avaliação são aqueles associados ao controle de qualidade, que visa checar se ocorreram problemas ou erros durante e após a criação do produto ou serviço. Podem incluir assuntos como:

- adoção de programas de controle estatístico do processo e planos de amostragem;
- tempo e esforço exigidos para inspecionar *inputs*, processos e *outputs*;
- inspeção de processo e teste de dados;
- investigação de problemas de qualidade e elaboração de relatórios de qualidade;
- condução de pesquisas junto a consumidores e de auditoria de qualidade.

CUSTOS DE FALHAS INTERNAS

Os custos de falhas internas estão associados aos erros que são detectados na operação interna. Podem incluir assuntos como:

- custos de peças e materiais refugados;
- custos de peças e materiais retrabalhados;
- tempo de produção perdido em razão de erros;
- falta de concentração decorrente do tempo gasto na correção de erros.

CUSTOS DE FALHAS EXTERNAS

Custos de falhas externas são aqueles detectados fora da operação, pelo consumidor. Incluem assuntos como:

- perda da confiança do consumidor, o que afetará futuros negócios;
- consumidores aborrecidos por eventual perda de tempo;
- litígio (ou pagamento de indenização para evitá-lo);
- custos de garantia;
- custos para a empresa de fornecer em excesso (café a mais num pacote ou informação a mais do que o necessário para um cliente).

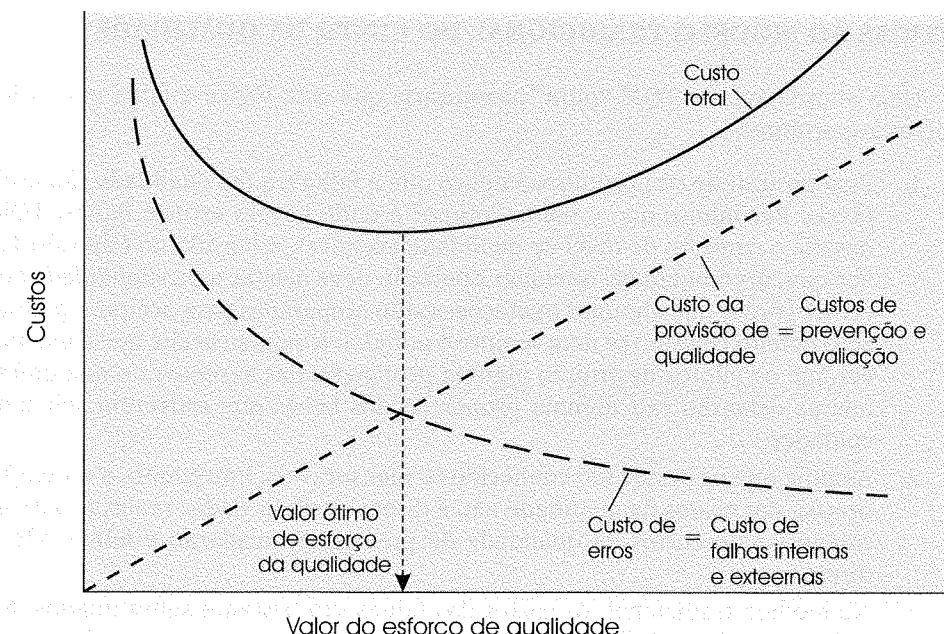


Figura 20.5 Modelo tradicional do custo da qualidade.

RELACIONAMENTO ENTRE OS CUSTOS DE QUALIDADE

Na administração tradicional da qualidade assumiu-se que os custos de falhas reduzirão à medida que o dinheiro gasto em avaliação e prevenção aumenta. Além disso, assumiu-se que há um valor *ótimo* de esforço de qualidade a ser aplicado em qualquer situação que minimize o custo total da qualidade. O argumento é de que deve haver um ponto a partir do qual o retorno diminui; isto é, o custo de melhoria da qualidade torna-se maior do que os benefícios obtidos. A Figura 20.5 resume essa idéia. À medida que o esforço de qualidade aumenta, os custos envolvidos (controladores da qualidade extras, procedimentos de inspeção etc.) aumentam proporcionalmente. Entretanto, ao mesmo tempo, o custo de erros, produtos defeituosos etc. diminuem porque passam a ocorrer em menor número.

DEFEITOS DELIBERADOS

Uma história que ilustra a diferença de atitude entre uma empresa TQM e outra não-TQM tornou-se quase uma lenda entre os proponentes TQM. Diz respeito a uma fábrica da IBM localizada em Ontário, Canadá. Ela encomendou um lote de componentes de um fornecedor japonês e especificou que o lote deveria ter um nível de aceitação de três peças defeituosas em cada 1.000. Quando as peças chegaram em Ontário, estavam acompanhadas de uma carta que expressava espanto do fornecedor ao ser solicitado a fornecer peças defeituosas e peças boas. A carta também explicava que foi difícil fabricar peças defeituosas, mas haviam conseguido. Essas três peças defeituosas por mil foram incluídas e embaladas separadamente para conveniência do consumidor.

CRÍTICAS AO MODELO TRADICIONAL DO CUSTO DA QUALIDADE

Uma abordagem de TQM “pura” asseguraria que essa lógica é falha em vários aspectos importantes.

1. Essa posição de compromisso implica que a falha e a má qualidade são aceitáveis. Reconhece que o ponto “ótimo” é onde haverá erros e falhas. TQM desafia o conceito de nível de qualidade aceitável, esboçado no Capítulo 17. Por que, argumenta-se, qualquer operação deve aceitar a *inevitabilidade* dos erros? Parece que algumas operações estão preparadas para aceitar o padrão zero defeito (mesmo se nem sempre o atingir). Ninguém aceita que é inevitável que os pilotos destruirão alguma proporção das aeronaves e que enfermeiras deixarão cair alguma proporção dos bebês que estiverem sob seus cuidados.
2. Assume que os custos são conhecidos e mensuráveis. Entretanto, a obtenção precisa dos custos da qualidade não é direta. Atribuir dados realistas para as categorias de custos da qualidade de prevenção, avaliação e falhas não é direto.
3. No modelo tradicional, os custos das falhas são bastante subestimados. Na prática, geralmente, incluem o custo de conserto dos produtos defeituosos, de substituição, das peças e materiais defeituosos, da perda de confiança do consumidor e ainda, os custos de garantia se a peça defeituosa chegar ao consumidor. Todos esses são elementos reais e importantes do custo da má qualidade, mas um dos custos mais importantes é aquele associado à perturbação causada pelos erros. O custo real da não-qualidade deve incluir o tempo administrativo desperdiçado em retrabalho e retificação. Ainda mais importante, deve considerar a perda de concentração, de confiança entre as pessoas envolvidas na produção e a perturbação geral causada por problemas de qualidade. Se incluirmos isso, muito embora sejam de mensuração difícil, torna-se claro que os custos dos erros podem ser consideravelmente maiores do que o pensamento tradicional.
4. Implica que os custos de prevenção, de atingir zero defeito, inevitavelmente, são elevados. A abordagem TQM, ao destacar a importância da qualidade para qualquer indivíduo, torna-a parte integral do trabalho de todos. A suposição tradicional é que a maior qualidade é atingida, principalmente, usando-se mais inspetores e isso significa mais custo.
5. A teoria do “nível de qualidade ótima”, ao aceitar compromisso, contribui pouco para desafiar gerentes de produção e funcionários a encontrar maneiras de melhorar a qualidade.

Inclua essas correções no cálculo do esforço de “qualidade ótima” e a situação parecerá muito diferente (veja a Figura 20.6). Se houver um “ótimo”, estará mais à direita, no sentido de empregar mais esforço na qualidade (não necessariamente envolvendo custo). Usamos argumento similar a este quando descrevemos o grau “ótimo” de manutenção preventiva no Capítulo 19.

MODELO TQM DE CUSTO DE QUALIDADE

TQM rejeita o conceito de nível “ótimo” de qualidade e procura reduzir todos os custos conhecidos e desconhecidos de falhas, adotando a prevenção da ocorrência de

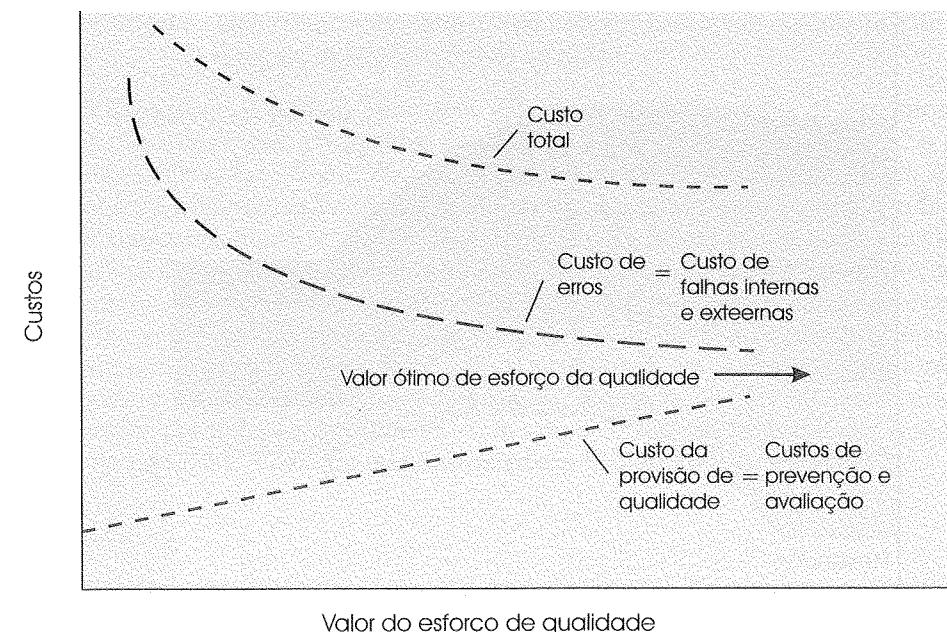


Figura 20.6 *Modelo tradicional do custo de qualidade com ajustamentos refletidos pelas críticas à TQM.*

erros. Em vez de examinar os níveis “ótimos” do esforço de qualidade, é mais comum os proponentes de TQM destacar o equilíbrio entre tipos diferentes de custos da qualidade. Das quatro categorias de custos, duas (custos de prevenção e custos de avaliação) recebem influência gerencial, enquanto as outras duas (custos internos e externos de falhas) mostram as consequências das mudanças das outras duas). Entre as duas categorias que recebem influência gerencial direta, em vez de enfatizar mais a avaliação (de maneira que os maus produtos e serviços não cheguem ao consumidor), TQM enfatiza a prevenção (evitar que erros ocorram).

Parece que quando se aloca mais esforço à prevenção de falhas, há efeito positivo e significativo nos custos de falhas internas, seguido de redução dos custos de falhas externas e, quando se restabelece a confiança, dos custos de avaliação. Finalmente, mesmo os custos de prevenção podem ser reduzidos em termos absolutos, embora a prevenção continue sendo um custo significativo em termos relativos. A Figura 20.7 ilustra esta ideia. Inicialmente, o custo total da qualidade pode aumentar à medida que investimentos em alguns aspectos de prevenção, principalmente treinamento, aumentarem. Entretanto, alguma redução do custo total pode, rapidamente, ocorrer.

Faça as coisas certas logo na primeira vez

Aceitar os relacionamentos entre as categorias de custos de qualidade como ilustrados na Figura 20.7 tem implicação importante sobre como a qualidade é administrada. A ênfase passa de *reativa* (esperar que algo ocorra) para *proativa* (tomar providência antes de algo ocorrer). Essa mudança de visão dos custos de qualidade é decorrência de uma mudança do enfoque de inspeção interna (orientado para a avaliação), para o enfoque de qualidade desde o *design* (fazer certo logo na primeira vez).

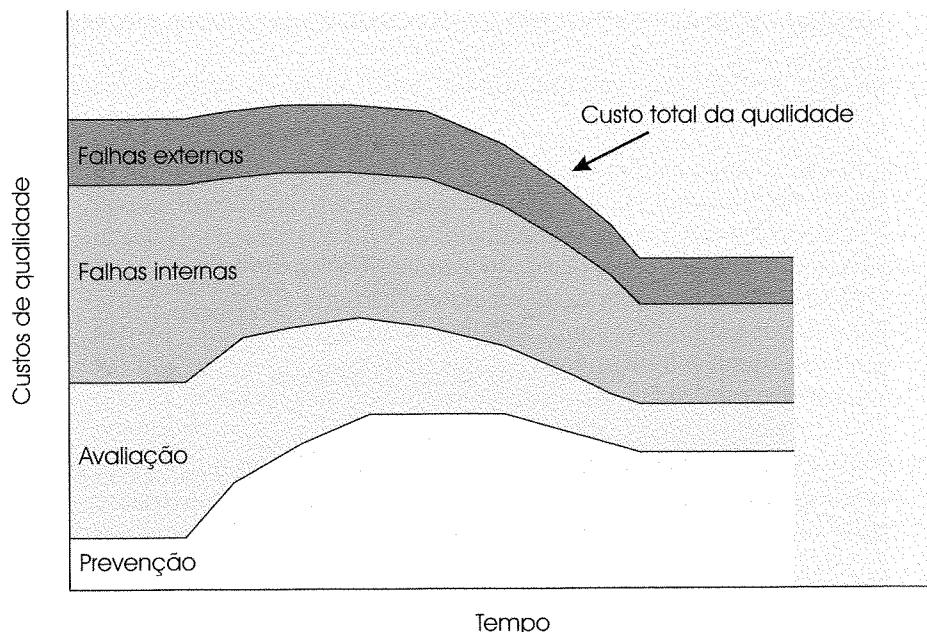


Figura 20.7 O aumento do esforço de prevenção de erros traz redução mais do que proporcional das várias categorias de custos.

Sistemas de qualidade ISO 9000 e BS5750

A série ISO 9000 forma um conjunto de padrões mundiais que estabelece exigências para os sistemas de administração de qualidade das empresas. A ISO 9000 está sendo mundialmente usada para fornecer um quadro de referência para garantia de qualidade. A maioria dos países possui seus próprios padrões de qualidade equivalentes (geralmente, idênticos) a série ISO 9000. A Austrália possui o AS3900, Bélgica, o NBN X50, Dinamarca, o DS/EN 29000, Malásia, o MS985, Holanda, o NEN-9000, África do Sul, o SABSO/57, Suécia, o SS-ISO 9000, Inglaterra, o BS5750 e a Alemanha, o DIN ISO 9000.

O certificado ISO 9000 exige avaliação externa dos padrões e procedimentos de qualidade de uma empresa e são feitas auditorias regulares para assegurar que os sistemas não se deterioraram.

As séries ISO proporcionam recomendações detalhadas para estabelecimento de sistemas de qualidade.

ISO 9000 Lida com ... “administração da qualidade e padrões de garantia de qualidade e orientação para seleção e uso”.

ISO 9001 Lida com ... “modelo de sistemas de qualidade para garantia de qualidade de *design/desenvolvimento, produção, instalação e manutenção*”.

ISO 9002 Lida com ... “modelo de sistemas de qualidade para a garantia de qualidade em produção e instalação.”

ISO 9003 Lida com ... “modelo de sistemas de qualidade para garantia de qualidade na inspeção e teste finais”.

ISO 9004 Lida com ... “os elementos da administração da qualidade e do sistema de qualidade: linhas de ação.”

O propósito da ISO 9000 é fornecer garantia aos compradores de produtos ou serviços e que estes foram produzidos de maneira a atender a suas exigências. A melhor forma de fazer isso é definir os procedimentos, padrões e características do sistema de controle administrativo que governa a operação. Assim, tal sistema ajudará a assegurar que a qualidade é “construída” dentro dos processos de transformação da operação. Isso é o porquê da série ISO 9000 ser vista como fornecedora de benefícios, para as organizações que a adotarem (por dar-lhes orientações detalhadas sobre como desenvolver seus procedimentos de controle), mas, principalmente, para os consumidores (que têm a segurança de saber que os produtos e serviços que compram são feitos segundo um padrão definido). Entretanto, a adoção da ISO 9000 não é vista como benéfica por todas as autoridades e tem sido objeto de algumas críticas. A seguir, listamos as vantagens e desvantagens associadas à ISO 9000:¹⁴

Vantagens

- Muitas operações beneficiam-se da útil disciplina de seguirem procedimentos “sensatos”.
- Muitas operações são beneficiadas em termos de redução de erros, de reclamações de consumidores e pela diminuição dos custos de qualidade.
- Geralmente, a auditoria ISO 9000 (quando uma organização é inspecionada por uma equipe da ISO ou de alguma instituição “acreditada” para fazê-lo visando certificação) cumpre o papel de outras auditorias como as auditorias de consumidores.
- A adoção dos procedimentos ISO 9000 pode identificar a existência de outros procedimentos desnecessários que podem ser eliminados.
- A obtenção do certificado demonstra aos consumidores reais ou potenciais que a empresa leva a qualidade a sério; consequentemente, obtém benefícios de marketing.

Desvantagens

- A ênfase em padrões e procedimentos encoraja a “administração por manual” e a tomada de decisões excessivamente sistematizadas.
- Nem sempre é fácil escolher qual das séries de padrões ISO 9000 aplicar.
- Os padrões são mais destinados aos setores industriais de engenharia e alguns termos usados não são familiares a outros setores.
- O processo completo de procedimentos escritos, treinamento de funcionários e de condução de auditorias internas são caros e consumidores de tempo.
- Similarmente, o tempo e o custo de obtenção e manutenção do certificado ISO 9000 são excessivos.
- Há pouco estímulo ou orientação na ISO 9000 sobre assuntos como melhoria contínua e controle estatístico da qualidade.

14. DALE, B. G. Op. cit.

O motivo original das empresas para obter o certificado ISO 9000 é, freqüentemente, a pressão dos consumidores. Certamente, esta foi uma das razões da Unichema Chemie BV, empresa química holandesa, que após obter o certificado, constatou que houve muitos outros benefícios além de ter atendido às expectativas de seus consumidores.

Por exemplo, a empresa recebia muitas reclamações sobre atrasos e erros de entrega. Isso sempre parecia ser maior no verão europeu, principalmente nos meses de julho e agosto. Sendo período de férias, o nível global dos negócios era menor e, assim, o número de reclamações também deveria ser inferior. Constatou que a razão decorria do fato de muitos funcionários saírem de férias no verão e levarem consigo o conhecimento das operações. Seus substitutos, embora fossem competentes em suas funções, não sabiam enfrentar algo fora de rotina. Depois que os procedimentos da empresa foram totalmente documentados e por escrito (exigência do certificado ISO 9000), as pessoas substitutas possuíam um conjunto de orientações bem mais completo que as ajudava a enfrentar situações imprevistas. Não tinham mais que improvisar. Entretanto, a empresa estava consciente de alguns dos perigos de estar muito orientada para procedimentos.

"Procedimentos são orientações de apoio e não devem ser sagrados", afirma Jan Löwik, diretor geral da Unichema. "O problema sobre a certificação é que você põe no papel o que está fazendo e, depois, deve seguir o que está escrito. Entretanto, se um procedimento não funciona, não simplesmente coloque-o de lado e faça de sua própria maneira. Você modifica o procedimento explicitando como o trabalho deve, de fato, ser feito. As pessoas que sabem melhor como fazer são meu pessoal de fábrica. É seu sistema: eles são os donos, o mantém e o mudam continuadamente, à medida que for necessário. Se você não fizer isso, o sistema fica rígido; torna-se uma camisa-de-força. Esse é o grande perigo e vejo ocorrendo em muitas empresas. Se o sistema for muito rígido, torna-se restritivo e leva a um comportamento burocrático. Ele deve ser dinâmico."

Implementação de programas de melhoria de TQM

Em geral, nem todas as iniciativas de TQM lançadas pelas organizações com grande expectativa tiveram impacto amplo na melhoria de desempenho. A revista *The Economist* relata algumas desilusões de empresas que implantaram TQM, citadas em várias pesquisas.¹⁶ Por exemplo:

"De 500 empresas de manufatura e serviços, apenas um terço considerava que seus programas de TQM possuíam impacto significativo em sua competitividade."

"Apenas um quinto das 100 empresas britânicas pesquisadas acreditava que seus programas de qualidade tinham atingido resultados tangíveis."

15. WAGING WAR ON WASTE. *European Quality*, v. 2, nº 2, 1994.

16. WHITTLE, S. Strategies for managing the TQ agenda. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 14, nº 1, 1994.

"Dos programas de qualidade implantados há mais de dois anos, dois terços estavam sendo gradualmente desativados devido a seu fracasso na geração dos resultados esperados."

Há dois tipos de falhas que afetam a implementação de TQM:

- as iniciativas não são introduzidas e implementadas eficazmente; e
- após a TQM ter sido introduzida com sucesso, ela perde a eficácia no decorrer do tempo.

Implementação de TQM

Vários fatores influenciam o sucesso eventual do desempenho dos programas de melhoria de desempenho, como TQM. Eles são descritos a seguir.

UMA ESTRATÉGIA DE QUALIDADE

Sem elaborar uma proposta global e os objetivos a longo prazo de um programa de TQM, é difícil para alguma organização saber aonde está indo. Uma estratégia de qualidade é necessária para fornecer os objetivos e linhas de ação que ajudam a manter o programa de TQM caminhando numa direção coerente com outros propósitos estratégicos da organização. Especificamente, a estratégia de qualidade deve ter algo a dizer sobre o seguinte:

- as prioridades competitivas da organização e como se espera que o programa de TQM contribua para atingir aumento de competitividade;
- os papéis e responsabilidades das várias partes da organização na melhoria de qualidade;
- os recursos que estarão disponíveis para melhoria de qualidade;
- a abordagem geral e a filosofia de melhoria de qualidade da organização.

APOIO DA ALTA ADMINISTRAÇÃO

O amplo entendimento, apoio e liderança da alta administração de uma organização surge como fator crucial em quase todos os estudos de implementação de TQM. Por exemplo, a Tabela 20.2 mostra um desses estudos.

A importância do apoio da alta administração vai além da alocação de recursos para o programa; ele estabelece as prioridades para toda a organização. Se os administradores seniores não entenderem e demonstrarem compromisso com o programa, é compreensível que o restante da organização levantará dúvidas sobre por que deve fazê-lo. Geralmente, o apoio da alta administração às propostas de TQM significa que o pessoal sênior deve empregar muito esforço ao nível operacional. Significa que deve:

- entender e acreditar no elo entre "fazer certo as coisas" e o negócio global da empresa;
- entender as práticas de qualidade e estar em condições de interpretar os princípios e técnicas (por exemplo, controle estatístico do processo) para o restante da organização;

- estar em condições de participar no processo de solução do problema para eliminar erros;
- formular e manter idéia clara do que qualidade significa para a organização.

Tabela 20.2 Barreiras à qualidade classificadas por ordem das respostas “mais significativas”.¹⁷

Compromisso da alta administração	92%
Entendimento muito limitado da qualidade	38%
Fronteiras horizontais: funções e especializações	31%
Outros interesses não de qualidade	29%
Políticas organizacionais	28%
Cinismo	28%
Estrutura organizacional	27%
Expectativas dos consumidores	26%
Rapidez de ação da empresa	24%

UM GRUPO DE COMANDO

A tarefa de um grupo de comando é planejar a implementação do programa. Pode-se argumentar que ele exerce também uma segunda tarefa, que é assegurar o funcionamento crescentemente auto sustentado do programa com a importância de seu papel diminuindo ao longo do tempo. A primeira dessas tarefas envolve planejar a direção global do programa em termos do que ele deve atingir no decorrer de seu desenvolvimento. Também envolve decidir quando o programa deve ter início e quem estará envolvido. Além disso, o grupo é responsável pelo monitoramento do programa, assegurando que toda experiência e aprendizagem acumulada no decorrer do processo não se perderá. A segunda tarefa é atingida, ao menos parcialmente, pela criação de grupos autônomos de melhoria.

MELHORIA BASEADA EM GRUPOS

Realmente, ninguém pode conhecer um processo tão bem quanto as pessoas que o operam. Os funcionários que trabalham na operação são, freqüentemente, aqueles que conhecem melhor, por exemplo, como parar as máquinas defeituosas ou que podem prever a maioria dos ajustamentos necessários após uma mudança de produto. As pessoas dentro do sistema têm acesso às redes de informações formais, bem como às informais. Conseqüentemente, não apenas possuem experiência no processo, mas também são as mais afetadas pelas mudanças. Entretanto, se o trabalho é realizado por indivíduos isolados, não pode agregar experiência nem desenvolver aprendizagem mútua. Essa é a razão por que os programas de TQM bem-sucedidos são quase sempre baseados em equipes.

A natureza e a composição da equipe dependerá das circunstâncias. Os *círculos de qualidade* são muito usados no Japão, mas têm obtido sucesso apenas relativo no ocidente. Geralmente, são grupos voluntários que trabalham em assuntos de melhoria

17. BINNEY, G. Making quality work: lessons from Europe's leading companies. *The Economist Intelligence Unit, Special Report*, nº P655, 1992.

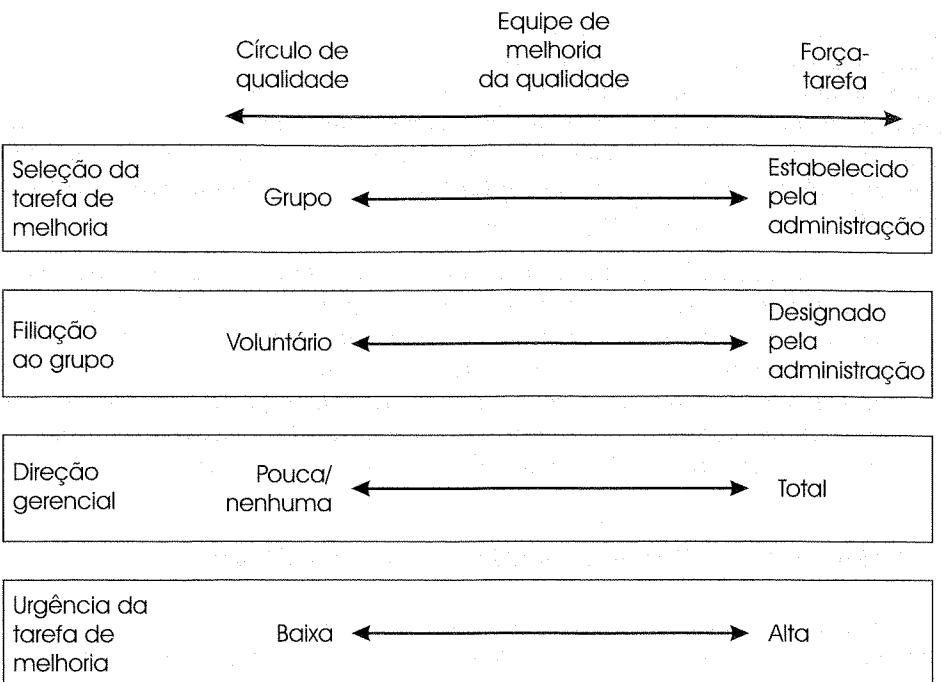


Figura 20.8 Tipos diferentes de grupos de melhoria têm características diversas.

que valem a pena ser estudados. Um tipo muito diferente de equipe é a *força tarefa* que algumas empresas norte-americanas denominam *equipe tigre* (*tiger team*). Comparado com os círculos de qualidade, esse tipo de grupo é mais dirigido e focado no nível da administração. A maioria das equipes de melhoria da qualidade está entre esses dois extremos (veja a Figura 20.8).

Os grupos de melhoria não podem ser formados e, depois, deixados por sua própria conta. Precisam de apoio técnico, gerencial e emocional. Em alguns tipos de operações, isso é particularmente importante. Por exemplo, se o processo de manufatura for amplo, integrado e tecnicamente complexo, é possível que muitos dos erros surjam por motivos que vão além do controle da mão-de-obra direta. Quanto mais simples for a tecnologia ou quanto mais mão-de-obra intensiva for o processo, mais importante será um grupo de melhoria. Entretanto, mesmo quando a complexidade da tecnologia dificulta a melhoria, o grupo poderá influenciar e orientar os especialistas chamados para lidar com o problema.

O SUCESSO É RECONHECIDO

Qualquer implementação de TQM precisa levar em consideração como deve responder aos esforços das equipes de melhoria. Se a melhoria de qualidade for muito importante, o sucesso deve ser marcado de alguma forma. O reconhecimento formal do sucesso destaca a importância do processo de melhoria da qualidade, bem como recompensa o esforço e a iniciativa. Participar do processo de desenvolvimento em si (parte integrante do trabalho das pessoas, segundo a maioria dos gerentes) já é, por si só, visto como gratificante por muitas pessoas da organização. Por exemplo, uma empresa que fabrica produtos de iluminação na Europa possui várias fábricas. Em uma

delas, uma equipe de melhoria desenvolveu, com alguma ajuda da engenharia de sistemas de produção, o projeto de uma nova célula de produção com dispositivos de avaliação e métodos de acompanhamento da qualidade. A administração da empresa decidiu lançar iniciativas similares de melhoria da qualidade em uma de suas outras fábricas. O grupo de melhoria formado por sete pessoas e um supervisor, um gerente de produção e um supervisor de qualidade foi solicitado a fazer uma apresentação em outra fábrica. Um dos operadores afirmou:

"Ensaiamos alguns dias antes e fomos fazer a apresentação, nervosos porque não estávamos acostumados com isso. Mas fotografamos a célula e preparamos o show antes da visita. A apresentação ocorreu no refeitório e acho que ficamos assustados com o número de participantes a nossa frente, mas parecia que estávamos indo bem. Quando começaram a fazer perguntas, ficamos surpresos com o interesse demonstrado por nossas respostas; ninguém havia prestado atenção em mim antes! No final, todos aplaudiram! Essa foi a melhor recompensa de todas."

TREINAMENTO É O CENTRO DA MELHORIA DE QUALIDADE

Não é coincidência que muitos programas bem-sucedidos têm um gerente de treinamento como um dos principais impulsionadores. TQM é, pelo menos, em parte, uma mudança de atitude, de maneira que a tarefa de desenvolvimento é fundamental. Sem dúvida, também há técnicas que os funcionários devem aprender, mas o propósito dessas técnicas é apenas funcionar para o objetivo básico – a eliminação de erros.

TQM perde sua eficácia

Mesmo os programas de TQM de implementação bem-sucedida não são necessariamente garantia de que não vão continuar trazendo melhoria a longo prazo. Podem perder a força no decorrer do tempo. Esse fenômeno tem sido descrito de várias maneiras como *desilusão da qualidade*¹⁸ e *enfraquecimento da qualidade*¹⁹. A Figura 20.9 ilustra essa perda de eficácia.

Vários pesquisadores e consultores que experimentaram a desilusão da qualidade apresentaram prescrições que pretendem reduzir o risco de isso ocorrer. Tipicamente, essas prescrições incluem o seguinte:²⁰

- Não limitar muito a definição de “qualidade” em TQM; ela deve incluir todos os aspectos de desempenho (o que denominamos objetivos de desempenho da administração de produção).
- Fazer com que toda melhoria de qualidade se relacione aos objetivos de desempenho da operação. TQM não é um fim em si mesmo, é meio de melhorar o desempenho.
- TQM não é substituto das responsabilidades da liderança gerencial normal. Gerentes ineficazes não se tornam melhores simplesmente adotando TQM.

18. OAKLAND, J. S. *Total quality management*. 2. ed. Butterworth-Heinemann, 1993.

19. SLACK, N. *Vantagem competitiva em manufatura*. São Paulo : Atlas, 1993.

20. SLACK, N. Op. cit.

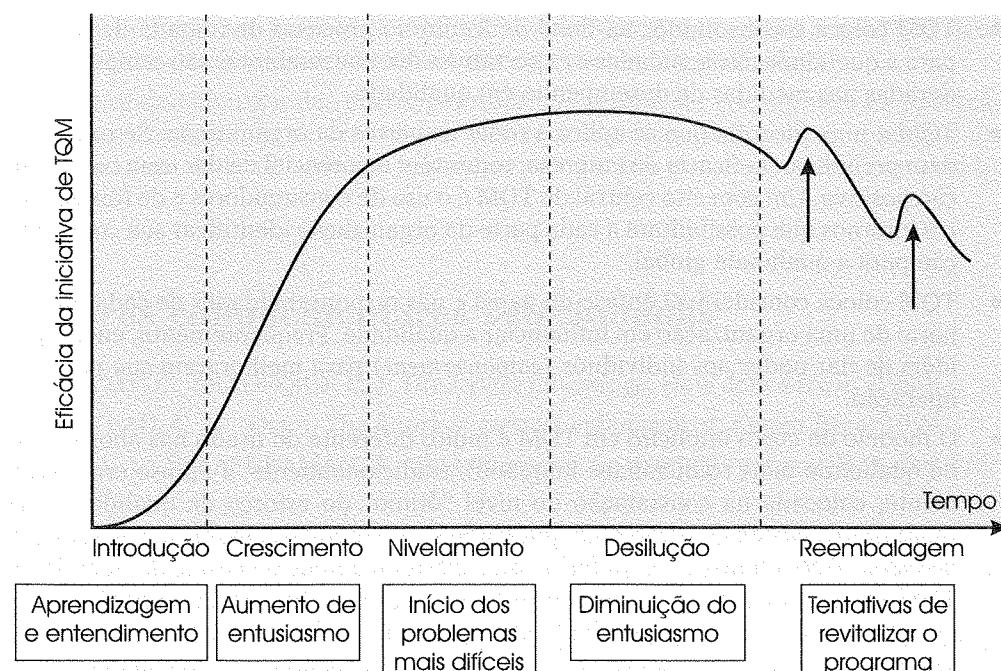


Figura 20.9 Padrão de alguns programas de TQM que perdem o entusiasmo.

- TQM não é algo que se compra pronto e “pluga” na empresa – como se fosse uma atividade independente de outras na organização. Ao contrário, deveria fazer parte do dia a dia da empresa.
- Evite euforia. TQM possui considerável atração intuitiva para muitas pessoas. Às vezes, é tentação explorar o “empurrão” motivacional de TQM através de slogans e exortações, substituindo planos profundos e criativos.
- Adapte TQM às circunstâncias da organização. Organizações diferentes terão necessidades diversas, dependendo das circunstâncias. Isso significa que diferentes aspectos de TQM podem tornar-se mais ou menos importantes.

Resumo

- Embora a administração da qualidade total (TQM) tenha sua origem nos anos 40 e 50, a expressão foi primeiramente usada, formalmente, em 1957 por Feigenbaum. Entretanto, muitas autoridades contribuíram para o desenvolvimento das idéias. Essas autoridades incluem, além de Feigenbaum, Deming, Juran, Ishikawa, Taguchi e Crosby. A ênfase colocada sobre os vários aspectos da administração da qualidade total varia entre eles, mas as idéias gerais de seus argumentos são similares.
- A administração da qualidade total pode ser vista como extensão da abordagem tradicional da qualidade. O controle da qualidade foi substituído pelo conceito de garantia de qualidade que, por sua vez, foi também substituído por TQM.

- TQM coloca o consumidor na linha de frente no processo de tomada de decisão para a qualidade. Necessidades e expectativas dos consumidores são sempre consideradas nas medidas de desempenho em qualidade.
- TQM é uma filosofia que se aplica a todas as partes da organização. Se todos podem prejudicar a eficácia da empresa, todos têm o potencial de dar uma contribuição positiva. Um conceito central de TQM é o uso de consumidores e de fornecedores internos que possibilitam a cada parte da organização identificar sua contribuição para a qualidade global.
- TQM coloca considerável ênfase no papel e nas responsabilidades de cada funcionário de uma organização em influenciar a qualidade. Freqüentemente, encoraja a idéia de dar poder aos indivíduos (*empowerment*) para melhorarem sua parte da operação.
- O modelo de custo implícito em TQM é muito diferente do usado nas abordagens de qualidade mais tradicionais. Enquanto, tradicionalmente, a ênfase era, geralmente, colocada na constatação do nível “ótimo” do esforço de qualidade que minimize os custos do esforço de qualidade e os benefícios em termos de redução de erros, TQM enfatiza o equilíbrio entre diferentes tipos de custos da qualidade. TQM argumenta que ao aumentar o custo e o esforço dedicados à prevenção, haverá redução mais do que equivalente em outras categorias de custo.
- TQM assume que as organizações precisarão adotar sistemas de controle gerencial que facilitem melhorias da qualidade. Tais sistemas ajudam a formalizar o que representa a boa prática gerencial.
- O conjunto mais universal de sistemas e procedimentos relacionados à qualidade é aquele influenciado pelos padrões ISO 9000. Esses padrões foram desenvolvidos para assegurar aos compradores de produtos e serviços que eles foram produzidos de maneira a atender às exigências do consumidor. Entretanto, os padrões básicos ISO 9000 têm sido criticados como inflexíveis.
- Vários fatores parecem influenciar o sucesso das iniciativas de TQM. São eles:
 - a existência de uma estratégia de qualidade bem elaborada;
 - um grupo de comando para orientar a iniciativa;
 - melhorias baseadas em grupos;
 - reconhecimento do sucesso da qualidade;
 - ênfase em treinamento apropriado.
- Várias organizações têm tentado estimular a adoção de TQM, conferindo prêmios e certificados. Os mais conhecidos são o Prêmio Deming, o Prêmio Nacional da Qualidade Malcolm Baldrige e, na Europa, o Prêmio Europeu da Qualidade. Este último é baseado em um modelo de nove pontos que faz distinção entre os “facilitadores” da qualidade e os “resultados” da qualidade.

Questões para discussão

1. Encontre mais informações sobre um dos “gurus da qualidade”. Descreva seus antecedentes, sua abordagem de qualidade e suas principais contribuições para o assunto.

2. converse com um gerente de produção sobre TQM. Tente avaliar o que TQM significa para essa organização e os benefícios e problemas resultantes.
3. Identifique algumas das microoperações que podem ser encontradas na operação de um restaurante de alta classe. Descreva algumas das coisas que podem dar errado em cada uma dessas microoperações e seu impacto sobre o consumidor final.

Leituras complementares selecionadas

- ALBRECHT, K., BRADFORD, L. J. *The service advantage*. Dow Jones Irwin, 1990.
- ARMISTEAD, C. G. (Org.). *The future of services management*. Kogan Page, 1994.
- BERRY, L. L., PARASURAMAN, A. *Marketing services: competing through quality*. Free, 1991.
- BOADEN, R. J., DALE, B. G., POLDING, E. *A state-of-the-art survey of total quality management in the construction industry*. Relatório de pesquisa do European Construction Institute, Loughborough, 1994.
- BOUNDS, G., YORKS, L., ADAMS, M., RANNEY, G. *Beyond total quality management: towards the emerging paradigm*. McGraw-Hill, 1994.
- BROWN, S. W., GUMMESSON, E., EDWARDSSON, B., GUSTAVSSON, B. Orgs. *Service quality: multidisciplinary and multinational perspectives*. Lexington Books, 1991.
- COLLIER, D. A. *The service/quality solution: using service management to gain competitive advantage*. Irwin e ASQC Quality Press, 1994.
- CROSBY, P. B. *Quality is free*. McGraw-Hill, 1979.
- CULLEN, J. J. *Conditions for success. Total quality management*, June, 1991.
- DALE, B. G. *Starting on the road to success. TQM Magazine*, v. 3, nº 2, 1991.
- _____. *Managing quality*. 2. ed. Prentice-Hall, 1994.
- _____, VAN DER WIELE, T. *Total quality management directory*. Roterdã : The University Press, 1993.
- DEMING, W. E. *Out of the crisis*. MIT Press, 1986.
- DESATNICK, R. L. *Managing to keep the customer*. Jossey-Bass, 1987.
- FEIBENBAUM, A. V. *Total quality control*. McGraw-Hill, 1986.
- GARVIN, D. A. *Quality on the line*. Harvard Business Review, p. 65-75, Sept./Oct. 1983.
- _____. *What does “product quality” really mean?* Sloan Management Review, p. 25-43, Fall 1984.
- _____. *Competing on the eight dimensions of quality*. Harvard Business Review, p. 101-109, Nov./Dec. 1987.
- _____. *Managing quality: the strategic and competitive edge*. Free, 1988.
- _____. *How the Baldrige Award really works*. Harvard Business Review, Nov./Dec. 1991.
- HARARI, O. *Ten reasons why TQM doesn’t work*. Management Review, Jan. 1993.
- KNOWLES, R. *Building quality people*. Quality Forum, v. 18, nº 1, 1992.
- LOCKYER, K. G., OAKLAND, J. S., DUPREY, C. G. *Quality control in British manufacturing industry*. Quality Assurance, v. 8, nº 2, 1982.